எளிமை, இனிமை, தெளிவு இவர்தம் நூல்களின் தனிச்சிறப்புகளாகும்.

பேராசிரியர் முனைவர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்

இளைஞர் வானொலி





1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

இளைஞர் வானொலி

பேராசிரியர் முனைவர் **ந சுப்பு ரெட்டியார்**



எளிய வேளாண் குடியில் பிறந்து, தன் முயற்சியால் பயின்று,
ஆசிரியராக தொடங்கிப் பேராசிரியர் வரை உயர்ந்தவர்.
திருப்பதி திருவேங்கடவன் பல்கலைக்கழகத்தில் தமிழ்த்துறையை
உருவாக்கி அதன் தலைவராகப் பணியாற்றியவர்.
பல பல்கலைக்கழகங்களில்
சிறப்புநிலைப் பேராசிரியராகத் திகழ்ந்தவர்.

பண்டையத் தமிழ்க்கல்வி மரபில் வேரூன்றி,
நவீனக் கல்விப் பயிற்றல் முறைகளில் தேர்ந்தவர்.
பல ஆய்வாளர்களை உருவாக்கியவர்.
வாழ்நாள் முழுவதும் எழுத்தும், பேச்சுமாக வாழ்ந்தவர்.
136 [135 +1] நூல்களைப் படைத்துப் பன்முக ஆளுமையாக மிளிர்ந்தவர்.

அன்னாரின் நூற்றாண்டு (2015~2016)
108 நிகழ்வுகளாக தமிழகமெங்கும்
மிகச் சிறப்பாக கொண்டாடப் பெற்றது.

அளப்பரிய பயன்களை நல்கும் வானொலியின்
தோற்றம், இயங்குமுறை, இயக்கும் கருவிகள்
முதலியனபற்றி இளைஞர்கள் படித்து அறிந்து
கொள்ளும் வகையில் இந்நூலை
பேராசிரியர் படைத்தளிக்கின்றார்

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100
Centenary Committee Publications

ISBN: 978-81-939353-4-7

eBOOK ~ மின் நூல்



இளைஞர் வானொலி

அருங்கலைக்கோன், சடகோபன் பொன்னடி, சேவா ரத்னா,
தமிழ்ப்பேரவைச் செம்மல், கலைமாமணி, ஆய்வுத்தமிழரசு,
பொதுமறைச் செம்மல், வைணவ இலக்கிய மாமணி

பேராசிரியர் முனைவர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்

முன்னாள் வாழ்நாள் மதிப்பியல் பேராசிரியர்

தமிழ் இலக்கியத்துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்





1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

இளைஞர் வானொலி

முதற்பதிப்பு – 1962
இரண்டாம் பதிப்பு - 2018

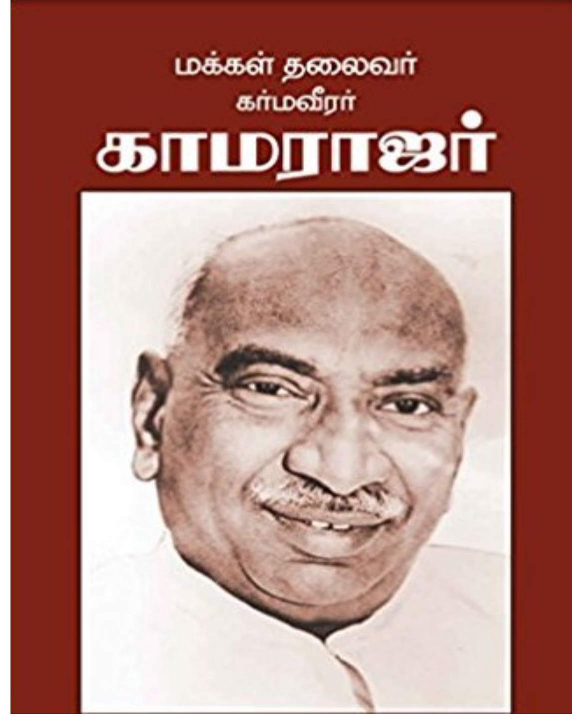
Rs.150.oo

Published by:
ந சுப்பு ரெட்டியார் 100
Centenary Committee Publications
AD-13, 5th Street, Anna Nagar West, Chennai – 600 040



Wrapper design: **Centenary Committee**
Printed at: DJ Prints, Chennai – 600 095

அன்புப்படையல்



பயிர்காக்கும் உழவரென உயிர்கள் காக்கும்
பான்மையிலே முதலமைச்சர்; வறியர் தாமும்
மயல்போக்கும் கல்வியினால் மேன்மை பெற்று
வாழ்வுபெற வழியமைத்தோன்; பார தத்தை
உயர்வாக்க உழைப்பதிலே முதன்மைத் தொண்டர்
ஒருநலமும் தாம்நாடார் **காம ராசர்**
பெயர்வாழ்த்தி அவர்பிறந்த நன்னாள் வாழ்த்திப்
பெரிதுவந்து படைக்கின்றேன் இந்த நூலை.



பதிப்புரை

உலக முன்னேற்றத்திற்கு அறிவியல் மிக மிக இன்றியமையாதது. அது பல துறைகளாகப் பரந்து உள்ளது. அவற்றுள் வானொலியும் ஒன்று. இது வியத்தகு ஆற்றல் படைத்தது. மிகப் பரந்து கிடக்கும் இவ்வுலகின்கண் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளை இருந்த இடத்திலிருந்தே அவ்வப்போது கேட்டு மகிழவும், அறிவு பெறவும், பலநாடுகளுடன் உறவு கொள்ளவும் உறுதுணை செய்வது வானொலி.

இங்ஙனம் அளப்பரும் பயன்களை நல்கும் இவ் அரிய அறிவியல்பற்றிய செய்திகளை இந் நூலின் கண் சுருங்கச் சொல்லி விளங்கவைக்கின்றார் இந் நூலாசிரியர். வானொலியின் தோற்றம், இயங்குமுறை, இயக்கும் கருவிகள் முதலியனபற்றியும் இளைஞர்கள் படித்து அறிந்துகொள்ளும் வகையில் இந்நூலை ஆக்கித் தந்துள்ள இதனாசிரியர், திரு. ந. சுப்பு ரெட்டியாரவர் கட்கு எம் நன்றி உரித்தாகுக.

இதனைப் பள்ளி மாணாக்கர்கள் வாங்கிக் கற்றுப் பயன் பெறுவார்களாக. அதற்குப் பெற்றோர்கள் உறுதுணை புரிவார்களாக.

சைவசித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகத்தார்.

நூல்முகம்

ஆத்தி சூடி அமர்ந்த தேவனை
ஏத்தி ஏத்தித் தொழுவோம் யாமே.

—அவ்வையார்.

'சென்றிடு வீர் எட்டுத் திக்கும் - கலைச்
செல்வங்கள் யாவும் கொணர்ந்திங்கு சேர்ப்பீர்.'

என்று தமிழன்னை தன் மைந்தர்களை நோக்கி வேண்டுவதாக அமைத்துத் தமிழ் மக்களை அறை கூவி அழைக்கின்றார் புதுமைக் கவி பாரதியார். இதற்கு வேண்டிய அறிவியற் கலையறிவு இளமையிலிருந்தே அமைய வேண்டும்; அதற்குரிய ஆர்வமும் சிறு வயதிலிருந்தே கிளர்ந்தெழ வேண்டும். அந்த முறையில் சிறுவர்களை ஊக்குவிக்க இந்த வரிசை நூல்கள் துணை செய்யும்.

தமிழில் அறிவியற்கலைகளை எழுதவும் விளக்கவும் முடியும் என்பதைச் சிலர் இன்னும் ஒப்புக் கொள்வதில்லை. எந்த மொழியும் அதன் வாயிலாகக் கருத்துக்களை விளக்க முயன்றாலன்றிக் கலைச்சொற்களும் தொடர்மொழிகளும் அதன்கண் அமைவதில்லை. பொருள்களை விளக்க முயன்றால் அவை தாமாகவே அமைந்து பொங்கிப் பொலிவுறும். 'சொல்லுந் திறமையும் (Expressive ability) தமிழ்மொழிக்கு அமையும்.

இந்நூலை வெளியிடுவதற்கு இசைவு தந்த திருவேங்கடவன் பல்கலைக் கழகத்தினருக்கு—சிறப்பாக அதனைத் தொடங்கிய நாள் தொட்டு மிக்க ஈடுபாட்டுடன் கண்காணித்துவரும் அதன் துணை வேந்தர் திரு. எஸ். கோவிந்தராஜுலு நாயுடு அவர்கட்கு—என் உளங்கனிந்த நன்றி என்றும் உரியது.

இந்நூலை மனமுவந்து ஏற்று வெளியிட்ட திருநெல்வேலித் தென்னிந்திய சைவ சித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகத்தினருக்கும், நூலைச் செவ்விய முறையில் அச்சிட்டுக் கற்போர் கரங்களில் கவினுறத் தவழச் செய்த அப்பர் அச்சகத்தினருக்கும் என் நன்றி உரித்தாகுக.

தமிழ் நாட்டு எண்ணற்ற ஏழைச் சிறுவர்களின் எதிர் காலத்தை எண்ணத்தில் கொண்டு பணியாற்றும் ஏழை பங்காளர் தலைமையமைச்சர் திரு. கே. காமராசர் அவர்கட்கு படைக்கப்பெற்று, அவர்களின் அறுபதாவது ஆண்டு நிறை வின் நினைவு மலராக இந்நூல் வெளிவருகின்றது.

என்னையும் ஒரு கருவியாகக்கொண்டு இச்சிறு நூலை வெளி யிடத் தோன்றாத் துணையாக நின்று இயக்கிய எல்லாம் வல்ல இறையருளை நினைந்து போற்றுகின்றேன்; அவன் திருவடி மலர் களை வணங்கி வாழ்த்துகின்றேன்.

திருப்பதி
1-11-1962

ந. சுப்பு ரெட்டியார்

உள்ளுறை

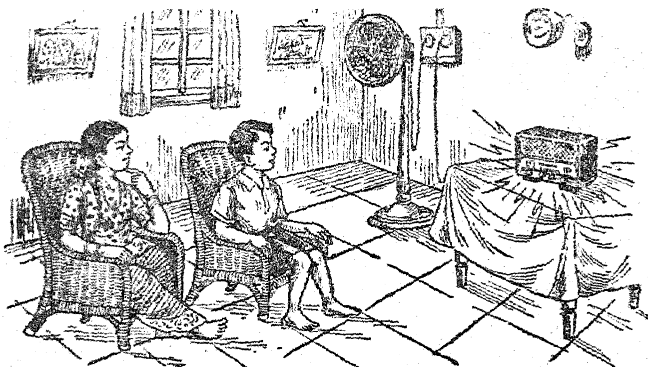
		பக்கம்
	அன்புப் படையல்	iii
	பதிப்புரை	v
	நூல்முகம்	vi
1.	மந்திர அலைகள்	1
2.	நற்பேருன தற்செயல்	6
3.	எடிசனினின் வெற்றி	9
4.	மின்னோட்டம்	15
5.	தொலைபேசி	20
6.	ஒலியின் தன்மைகள்	25
7.	வியத்தகு மின்காந்தம்	31
8.	ஒலி பெருக்கி	36
9.	ஒலி வாங்கி	40
10.	வானொலி அலைகள்	46
11.	மின்னணுக்கள்	52
12.	லெங்டன் சாடி	57
13.	ஒத்த அதிர்ச்சி	61
14.	சுருதி செய்தல்	66
15.	வாகன அலைகள்	69
16.	அதிசய வெற்றிடக்குழல்கள்	76
17.	நம்முடைய வானொலிப்பெட்டி	81
18.	வானொலி	86
	பின்னிணைப்பு	91

இளைஞர் வானொலி

1. மந்திர அலைகள்

நாம் வசிக்கும் அறையில் கோடிக்கணக்கான கண்ணுல் காண முடியாத மிகச் சிக்கலான ஒலி அலைகள் உள்ளன. இவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் பிறிதொன்றினின்றும் முற்றிலும் வேறு பட்டவை. அவை சுவர்கள்வழியாகவும், தரைவழியாகவும், கூரைவழியாகவும் நம்முடைய வீட்டிற்குள் நுழைகின்றன. இந்த அலைகள் இங்குமங்குமாகக் குறுக்கிட்டு வலையைப்போல் பின்னிக் கிடக்கின்றன. இவை நம்முடைய சாமானியக் காதுகளுக்குக் கேட்பதில்லை. ஒலியலைகளைப் போலவே, ஒளியை ஏற்றுச் செல்லும் அலைகளும் கோடிக்கணக்கானவை ஒன்ருேடொன்று பின்னிக் கிடக்கின்றன. இவையும் நம்முடைய சாமானியக் கண்களுக்குத் தோன்றுவதில்லை. இந்த அலைகள் வானவெளியில் அலைந்து திரிந்த வண்ணமிருக்கின்றன. நமக்கு அமைதியாகத் தோன்றுவது போல் காணப்படும் வானவெளி உண்மையில்

அமைதியுடையதன்று. அஃது எப்பொழுதும் சலிப்பு உடையது; சஞ்சலம் நிறைந்தது. இத் தகைய வானவெளியில் வானி (ether) என்ற ஒரு பொருள் நிறைந்திருக்கின்றது என்று அறிவிய லறிஞர்கள் (scientists) கூறுகின்றனர்.



படம் 1. வீட்டில் வானொலி செவி விருந்தளிக்கின்றது.

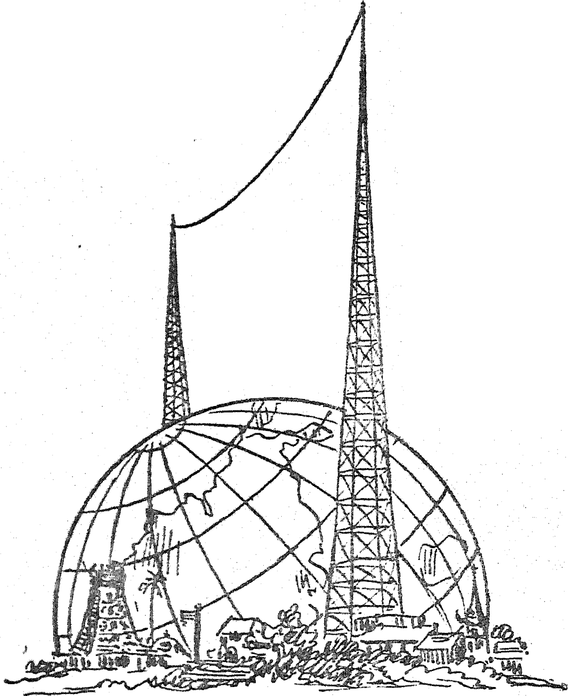
பக்தர்கள் பரம்பொருளாகிய ஆண்டவனை வருணிப்பது போலவே அறிவியலறிஞர்கள் வானியை வருணிக்கின்றனர். "வானி எங்கும் இருப்பது; எல்லாப் பொருள்களிலும் புகுந்து பரவி இருப்பது; இந்த அகிலம் முழுவதிலும் பரவி விரிந்து நிற்பது; மிகமிக நுண்ணிய அணுவின் அமைப்பிலுள்ள இடைவெளிகளையும் ஊடுருவி நிறைந்திருப்பது" என்று வானியின் தன்மையை அவர்கள் கூறுகின்றனர். ஆயினும்

சிலசமயம் அவர்கள் அதன் தன்மையை அறியாது மயங்கவும் செய்கின்றனர். முழுதும் மெய்யறிவு நிரம்பப்பெறுதவர்கள் ஆண்டவன் தன்மையை ஐயுறுவதைப்போல் அவர்களும் ஐயுற்றுத் திண்டாடுகின்றனர்!

வானி அலைகள் எங்கும் நிறைந்திருக்கின்றன. அவை கீழ்வீட்டிலும் உள்ளன; மேல்வீட்டிலும் உள்ளன. சமையல் அறையிலும் அவை இருக்கின்றன; படுக்கை அறையிலும் இருக்கின்றன. அவை பஸ்ஸுகளிலும் புகைவண்டிகளிலும் கப்பல்களிலும் விமானங்களிலும் நம்முடன் பிரயாணம் செய்கின்றன. அவற்றைத் தொட்டு உணரவும் நம்மால் முடியாது. இத்தகைய நுண்ணிய வானிதான் வானெலியின் ஊர்தி; வாகனம். இந்த வானியை அறிவியலறிஞர்கள் கண்டறிந்து சுமார் நூறு ஆண்டுகள்தாம் ஆகின்றன. ஆயினும், அவர்கள் அதனைத் தம் விருப்பம்போல் ஆட்டிவைக்கக் கற்றுக்கொண்டு விட்டனர். அதன் விளைவுகள் இன்று நமக்கு நாள்தோறும் அளவில்லாத மகிழ்ச்சியை அளித்துக் கொண்டேயுள்ளன.

இத்தகைய மந்திர அலைகளின் இருப்பை நாம் எங்ஙனம் அறிவது? நம்முடைய வானெலிப் பெட்டியின் குமிழை ஒரு பக்கமாகச் சிறிது திருப்பினலே போதும்: தில்லிமாநகரிலிருந்து வரும்

செய்திகளைக் கேட்கின்றோம். அதனை இன்னும் கொஞ்சம் அதிகமாகத் திருப்பினால் சென்னையி லிருந்து **கே. பி. சுந்தராம்பாள்** அவர்கள் இன் னிசையைக் கேட்கின்றோம். மேலும் கொஞ்சம்



படம் 2. வானொலி உலக ஒருமைப்பாட்டை விளைவிக்கின்றது.

அதனைத் திருப்பினால் திருச்சியிலிருந்து 'கிராம நிகழ்ச்சிகள்' நமக்குச் செவியமுதைத் தருகின்றன.

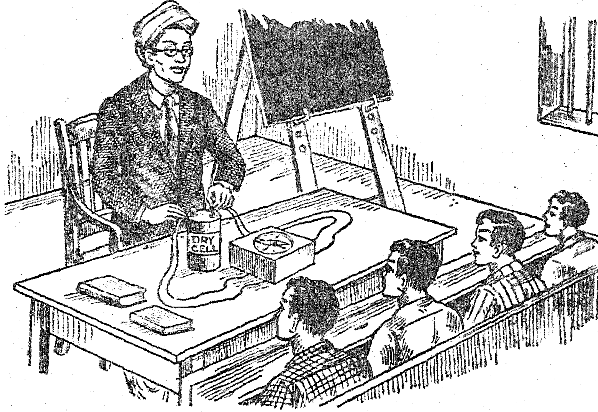
இவற்றையெல்லாம் அனுபவிக்க வேண்டுமானால் பெட்டியின் குமிழைச் சிறிது திருகவேண்டியது தான்! உலகம் முழுதும் பெட்டிக்குள் வந்து விடுகின்றது!! குமிழைத் திருகும்பொழுது நாம் ஒலியலைகளை விடுவிக்கின்றோம்; நிகழ்ச்சிகள் நமக்கு விருந்தூட்டுகின்றன. இந்த அலைகள் எவ்வாறு நமது பெட்டிக்குள் கொண்டு வரப் பெறுகின்றன? நம்மை வியப்படையச் செய்யும் கதையே இவ் வினாவின் விடையாகும். அதனை அடுத்துக் காண்போம்.

2. நற்பேருன நற்செயல்

இந்த வியத்தகு நற்செயல் கி. பி. 1813 இல் **டென்மார்க்** நாட்டில் நிகழ்ந்தது. ஒருநாள் கோபன் ஹேகன் நகரில் பேராசிரியர் **ஹேன்ஸ் கிறிஸ்டியன் ஓயர்ஸ்டெட்** (Hans Christian Oerstead) என்பார் ஒருவகுப்பில் அறிவியல் பாடம் நடத்திக் கொண்டிருந்தார். அவருக்கு முன்பாக வுள்ள மேசையின்மீது **திசைகாட்டி** (compass) ஒன்று வைக்கப்பட்டிருந்தது. அதிலுள்ள காந்த முள் வடதிசையைக் காட்டுவதற்குப் பதிலாகக் கிழக்குத் திசையைக் காட்டிக் கொண்டிருந்தது. இதை அவர் காண நேர்ந்தது. உடனே வியப்புக் கடலில் ஆழ்ந்தார். அதன் பிறகு அவர் தம்மு டைய அன்றைய பாடத்திற்காக மின்கலத்துடன் (battery) பொருத்தப்பெற்றுள்ள கம்பிகளின் மீது திசைகாட்டி வைக்கப்பெற்றிருப்பதைக் கவனித்தார்.

அந்தப் பேராசிரியர் இவ்வாறு யோசிக்க லானுர்: "திசை காட்டியின் முள் தன்னுடைய நிலையிலிருந்து மாறுவதற்குக் கம்பிகளிலுள்ள மின்னேட்டம் **காரணமாக** இருக்கவேண்டும். அந்த மின்னேட்டம் அதனை யாதோ ஒரு முறை யில் பாதிக்க வேண்டும்". மேலும், அவர் திசை காட்டியின் முள் ஒரு சிறு **காந்தமாக** இருப்ப

தால், ஒரு மின்னேட்டத்திற்கும் ஒரு காந்தத் திற்கும் இடையே யாதாவது ஒரு தொடர்பு இருக்கவேண்டும் என்று காரணகாரிய முறையில் ஊகிக்கலாளுர். ஒரு சில ஆண்டுகட்குப்பிறகு—



படம் 3. வகுப்பில் அறிவியல் பாடம் நடைபெறுகின்றது.

1820 இல்—இந்தப் பேராசிரியரின் இச் சிறிய முக்கியக் கண்டுபிடிப்பின் காரணமாக மின் காந்தம் (electro-magnet) புனைந்தியற்றப்பெற்றது. இதைப்பற்றிப் பின்னர்க் காண்போம்.

மின்காந்தம் மட்டிலும் கண்டுபிடிக்கப் பெருதிருந்தால் இன்று நமக்கு மகிழ்ச்சியூட்டும் நிகழ்ச்சிகளைத் தரும் வானெலி (radio) தோன்றியிராது. தொலைவில் நிகழும் காட்சிகளையும் கண்டு களிக்கவல்ல தொலைக் காட்சியும் (television)

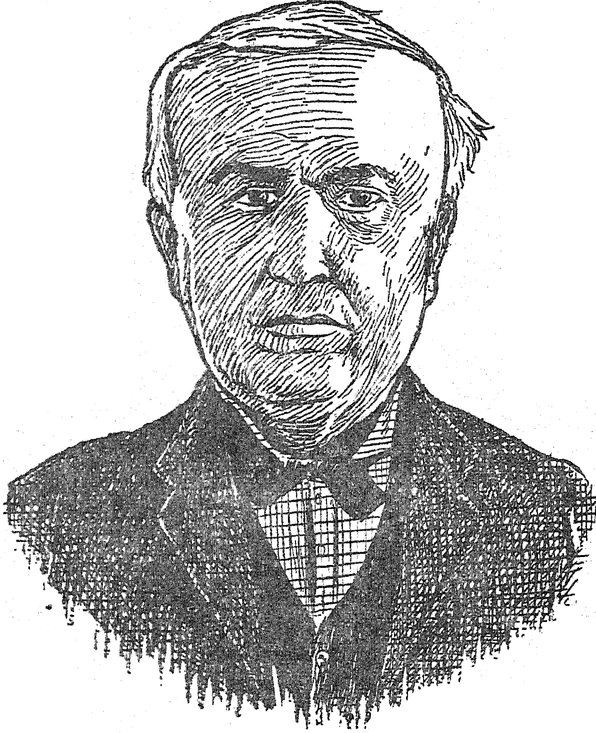
வந்திராது. மின்னாக்கப்பொறி (dynamo) தோன்றியிராது. மின்சாரத்தால் செயற்படும் மோட்டார்கள், பெரிய தொழிற்சாலைகள், தந்தி, தொலைபேசி, மின்விளக்குகள், மின்சார மணிகள் முதலிய அன்றாட வசதிகள் தோன்றுவதற்கே வாய்ப்பே இல்லாது போயிருந்திருக்கும். சென்னை போன்ற நகரில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் மின்சார இரயில் வண்டிகள், பல்லடுக்கு மாடிகட்கு நம்மைத் தூக்கிச் செல்லவல்ல மின் தூக்கிகள், நகரங்களில் இரவில் போக்கு-வரவினைக் கட்டுப்படுத்தும் தாமாக இயங்கும் ஒளி அடையாளங்கள், பல்லாயிரக் கணக்கான மைல்களுக்கு அப்பாலுள்ள இடங்களில் நிகழும் செய்திகளைத் தருவதற்கும் புகைப் படங்களை உடனுக்குடன் அனுப்புவதற்கும் உரிய மின்சாரச் சாதனங்கள் - ஆகியவற்றை நாம் பெற்றிருக்கவே முடியாது. கூர்ந்து நோக்கினால், மின்காந்தம், நம்மைச் சுற்றிலும் இருக்கிறது. மின்காந்தம் இல்லாமல் நம்முடைய இன்றைய நாகரிகமே வளர்ந்திருக்கமுடியாது. நாமும் பழங்கால மனிதர்களைப்போல் யாதொரு வாழ்க்கை வசதிகளின்றித் திண்டாடிக்கொண்டிருக்க நேரிடும். இவ்வளவு வசதிகட்கும் மின்கலத்தின் கம்பிகள் தற்செயலாக அந்தப் பேராசிரியரின் திசைகாட்டிக்குக் கீழ் இருந்தமையே காரணமாகும்!

3. எடிசனின் வெற்றி

திருவல்லிக்கேணிக் கடற்கரையிலிருந்து கொண்டு கடல் அலைகளின் இரைச்சலைக் கேட்கின்றோம். இராஜா அண்ணாமலை மன்றத்தில் சாய்வு நாற்காலியில் மின்விசிறிக்குக் கீழ் இருந்து கொண்டு இன்னிசைக் கச்சேரி யொன்றினைக் கேட்கின்றோம். இரண்டிலும் கேட்கும் ஒலிகள் உண்மையில் காற்றில் ஏற்படும் அதிர்வுகளே யாகும். இன்று மனிதன் ஒலிகளையுண்டாக்கும் அதிர்வுகளைப் பதிவுசெய்யும் முறையையும், அந்த அதிர்வுகளைத் திரும்பவும் வேண்டும்போது உண் டாக்கும் முறையையும் அறிந்துகொண்டிருக் கின்றான். இது அமெரிக்க நாட்டு அறிஞர் **தாமஸ் ஆல்வா எடிசன்** செய்த பரிசோதனை ஒன்றின் வெற்றியின் விளைவாகும்.

எடிசன் அமெரிக்கத் தந்திஅலுவலகம் ஒன்றில் தந்தி இயக்குபவராகப் (operator) பணி யாற்றி வந்தார். தாம் தம் அனுபவத்தில் கண் டறிந்த பொறியமைப்பினைக்கொண்டு தந்திச் செய்திகளை விரைவாகப் பதிவுசெய்து கொண் டிருந்தார். எடிசனும் அவருடன் பணியாற்றிய மற்றொரு இளைஞரும் இக்கருவி அமைப்பினைக் கொண்டு விரைவாகவும் திறமையாகவும் பணி யாற்றிவந்தனர். எடிசன் பணியாற்றிவந்த தந்தி

அலுவலகத்தின் மேலாளரும் உடன் பணியாற்றிய இயக்குபவர்களும் எவ்வாறு இவ்விருவரும் வியத்தகு முறையில் விரைவாகப் பணியாற்று



படம் 4. தாமஸ் ஆல்வா எடிசன்.

கின்றனர் என்பதைக் கற்பனையாலும் கண்டறிய முடியவில்லை. இந்த இளைஞர்கள் மேற்படி கருவி பயன்படாதபோது அதனை மறைத்துவைத்

திருந்ததனுல், மற்றவர்கள் இந்த இரகசியத்தை அறியக் கூடவில்லை.

ஒருநாள் இவர்கள் கையாண்ட கருவி அமைப்பு சரியாகச் செயற்படவில்லை. அஃது அமெரிக்கத் தலைவரின் தேர்தல் நடைபெறும் சமயம்; நாடெங்குமிருந்து எண்ணற்ற செய்திகள் தந்தி அலுவலகத்தில் குவிந்த வண்ணமிருந்தன. இந்த இளைஞர்களால் தம் வேலையைச் சமாளிக்க முடியவில்லை. செய்திகளை எழுதுவதில் அவர்கள் இரண்டு மணிநேரம் பிற்போக்கில் இருந்தனர். இந்த அலுவலகத்தின் பணியை நம்பியிருந்த செய்தித்தாள் அலுவலகங்கள் தந்தி அலுவலகத்திற்குத் தம்முடைய புகார்களை அனுப்பின. தந்தி அலுவலக மேலாளர் விசாரணை நடத்திஞர். எடிசனின் இரகசியம் வெளியாயிற்று. அன்றுமுதல் அவர் தம்முடைய தாளுகைப் பதிவு செய்யும் கருவியைப் பயன்படுத்தக் கூடாது என்ற தடை விதிக்கப்பெற்றது.

ஆனுல், எடிசன் இப்பரிசோதனையை வீட்டில் தொடர்ந்து நடத்தி வந்தார், தந்தி ஒலிப்புக்களை (clicks) அச்சு அடையாளங்களாக (marks) மாற்றுவதிலும், இந்த அடையாளங்களைத் திரும்பவும் ஒலிகளாக மாற்றுவதிலும் அவர் ஈடுபட்டிருந்தார். இந்தக் கருவியமைப்பினை நாளுக்கு நாள் மேம்பாடடையச் செய்து கொண்டே

வந்தார். அது கி. பி 1877 இல் கிட்டத்தட்ட நன்னிலைக்கு வந்தது. இந்தக் கருவிதான் விரும்பும் வேகத்தில் செய்திகளைத் திரும்ப உரைத்தது!

ஒருநாள் இக் கருவியினைக் கொண்டு எடிசன் பல்வேறு வேகங்களில் அதனை இயக்குவதில் சோதனை செய்துகொண்டிருந்தார். ஒரு சமயம் தாம் மேற்கொண்ட வட்டக் காகிதம் வேகமாகச் சுழலும்போது ஒருவித இசையொலியினைத் தருவதைக் கண்டார். அதே சமயம் தொலை பேசியிலும் **அலெக்ஸாந்தர் கிரஹாம் பெல்** (Alexander Graham Bell) அவர்களின் கருத்து களைப் பொருத்தி அக் கருவியினை மேம்பாடு செய்யும் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டிருந்த காலம் ஆகும். இசை யொலியினைக் கேட்ட அவர் மனத்தில் மானிட ஒலியுண்டாக்கும் அதிர்வுகளையும் பதிவுசெய்து திரும்பவும் உண்டாக்கலாம் என்ற கருத்துத் தோன்றியது. உடனே அவசரமாக ஓர் அமைப்பினை உண்டாக்கி இச் சோதனையை மேற்கொண்டார். தாம் கையாண்ட மெழுகு தடவிய காகிதத்தில் மிகவும் மெல்லிய குரல் திரும்பவும் உண்டாவதைக் கேட்டார். உடனே தம்முடைய ஆய்வுக் குறிப்புப் புத்தகத்தில், "எதிர் காலத்தில் மானிடக் குரலைத் தேக்கிச் சரியாக வெளியிடமுடியும்" என்று குறித்துக் கொண்டார்.

அவருடன் பணியாற்றிய **சார்லஸ் பாட்சிலர்** (Charles Batchclor) என்ற பணியாளன் அங்ஙனம் செய்ய இயலாது என்றும், அப்படிச் செய்தால் தான் ஒரு பெட்டி சிகரெட்டுகளைப் பந்தயம் வைப்பதாகவும் கூறினன். எடிசனும் அந்தப் பந்தயத்தை ஒப்புக்கொண்டார்.

மற்றொருநாள் ஒரு காகிதத்தில் ஓவியம் ஒன்று வரைந்து அதன்படி கருவியொன்றினை அமைக்குமாறு ஒரு தச்சனை ஏவினர். தச்சன் அதன் பயனைப்பற்றி வினவினன். எடிசனும் தாம் மானிடக் குரலைப் பதிவுசெய்யப் போவதாகக் கூறினர். "இப்பொழுது தங்கட்கு ஒரு பெரிய பைத்தியம் பிடித்துக்கொண்டு விட்டது!" என்று ஏளனம் செய்தான் தச்சன். ஆயினும், அவன் ஒன்றிரண்டு நாட்களில் அந்த மாதிரி அமைப்புக் கருவியை ஆயத்தம் செய்து கொண்டு வந்தான். கருவியைக் கொடுக்கும்போது ஏளனமாகப் "பல்லை இளித்துக்கொண்டே" கொடுத்தான்.

எடிசன் அக்கருவியின் உருளையின்மீது ஒரு வெள்ளியத் தகட்டினைப் போர்த்தினர். அதன் மீது ஓர் ஊசி படுமாறு பொருத்தினர்; ஊசியோடு தொடர்புள்ள புனலின் வழியாக,

"Mary had a little lamb,
Its fleece was white as snow......"

என்று அடிகளை உரத்துப் பாடினார். அதன் பிறகு திரும்ப உண்டாக்கும் விதானத்தைத் (diaphragm) தக்கவாறு பொருத்தி அக் கருவியினை இயக்கியவுடன் மேற்கூறிய பாடலின் அடிகள் அப்படியே திரும்பக் கேட்டன! முதல் பரிசோதனையிலேயே இவ்வளவு தெளிவாக வரும் என்று எடிசன் எதிர்பார்க்கவில்லை. ஆகவே, அவர் திடுக்கிட்டு வியந்தார். அருகில் நின்ற தச்சனும் ஆனந்தக் கூத்தாடினான். இங்ஙனம் ஒலியினைப் பதிவுசெய்யும் கருவிதோன்றியது. சார்லஸ் பாட்சிலரும் தன் பந்தயப் பொருளை இழந்தான். எடிசனின் பரிசோதனை வென்றது! இதைப்பற்றிச் சற்று விரிவாகப் பின்னர்க் காண்போம்.

4. மின்னோட்டம்

வானொலி மின்னாற்றலால் இயங்குகின்றது. வானொலி செயற்படுவதை நன்கு புரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால் மின்னாற்றலின் (electricity) தன்மையையும் அதுபற்றிய பிற செய்திகளையும் அறிந்துகொள்ளவேண்டும்.

மின்னாற்றல் என்பது என்ன? மின்னாற்றல் என்பது, ஆற்றலில் ஒருவகை. எல்லாவகை ஆற்றல்களைப்போல இதுவும் நமக்குப் பணிபுரிகின்றது; ஏவல்கேட்டு நிற்கின்றது. நாம் புகைவண்டியில் பிரயாணம் செய்யும்பொழுது மாலை நேரம் வந்ததும் ஒரு மின்சாரப் பொத்தானை அழுத்துகின்றோம்; விளக்கு எரிகின்றது. காற்றில்லாமல் இருக்கும் பொழுது மற்றொரு பொத்தானை அழுத்துகின்றோம்; விசிறி சுழலுகின்றது. வண்டியிலுள்ள மின்கலத்திலிருந்து விளக்கிற்கோ விசிறிக்கோ மின்னாற்றல் செல்லுகின்றது என்றால், உண்மையில் ஆற்றல் பாய்ந்து செல்லுகின்றது என்பதுதானே பொருள்? விளக்குகளில் இந்த மின்னாற்றல் ஒளியாற்றலாகவும் வெப்ப ஆற்றலாகவும் (எரியும் மின்குமிழைத் தொட்டுப் பார்த்தால் இது தெரியும்!) மாறுகின்றது. இந்நிலையில் பார்த்தால் கம்பிகளிலுள்ள மின்னாற்றல் என்பது உண்மையில், "கம்பிகளில் பாய்ந்து

செல்லும் ஆற்றலே" என்று எண்ணத் தோன்று கின்றது. இல்லையா?



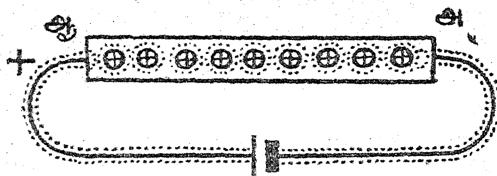
படம் 5. அறிஞர் அறையில் அறிவியல் நூலொன்றினைப் படித்துக் கொண்டிருக்கிறார்.

மின்னோட்டம் என்பது மின்னாற்றல் பாய்ந்து செல்வது என்று பொதுவாகச் சொல்லுவதைவிட இன்னும் நாம் வரையறைப்படுத்தித் திட்டமாகக் கூறலாம். ஒரு கம்பியில் மின்னோட்டம் நிலைபெறுங்கால் அக் கம்பியில் மின்னணுக்கள் (electrons) பாய்ந்து செல்லுகின்றன. மின்னணுக்கள் என்பவை அணுவின் துணுக்குகளில் ஒருவகை; எதிர் மின்சாரத் தன்மையை

யுடையவை. இவை அணுவின் உட்கருவினைச் சுற்றியுள்ள **அயனப் பாதைகளில்** (orbits) சுழல்பவை.

எல்லா மின்சாரக் கம்பிகளும் தாமிரத்தினால் ஆனவையாதலின், தாமிர அணுவினைச் சிறிது கவனிப்போம். தாமிர அணுவின் அயனப்பாதைகளில் 29 மின்னணுக்கள் உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் ஒவ்வொரு தாமிர அணுக்களிலுமுள்ள 29 மின்னணுக்களில் ஒருசில தம்முடைய அணுக்களிலிருந்து அடுத்த அணுவிற்கு மாறக்கூடும். முதல் அணு எங்கிருந்தோ ஒரு மின்னணுவினைப் பெறுகின்றது. இது தன்னுடைய மின்னணுக்களில் ஒன்றினை இரண்டாவது அணுவிற்குத் தருகின்றது. இரண்டாவது அணு 29 மின்னணுக்களை வைத்துக்கொள்ள முடியாதாதலின் அது தன்னிடமுள்ளவற்றில் ஒன்றினை மூன்றாவது அணுவிற்குத் தருகின்றது. ஒரு தாமிரக் கம்பியில் கோடிக்கணக்கான அணுக்கள் உள்ளன. ஆகவே, ஓர் அணுவிலிருந்து பிறிதோர் அணுவிற்கு நகர்வதற்கு எண்ணற்ற மின்னணுக்கள் விடுதலையுடன் இயங்குகின்றன; அவை அருவிபோல் நகர்கின்றன. தாமிரக்கம்பியின் ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனைக்கு மின்னணுக்களின் இயக்கம் இருந்து வருகின்றது. நம் இல்லத்தில் எரியும் மின்விளக்கிற்குச் செல்லும் கம்

பியில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் வினாடியொன்றுக்கு 3,000,000,000,000,000,000 மின்னணுக்கள் சென்றுகொண்டிருக்கின்றன!



படம் 6. கம்பியில் செல்லும் மின்னோட்டத்தைக் காட்டுவது.

ஒரு தாமிரக்கம்பியில் மின்னணுக்கள் "**தாமாகவே**" பாய்ந்து செல்லுவதில்லை. ஒரு மின்னாக்கப் பொறியினாலோ (dynamo) அல்லது ஒரு மின்கல அடுக்கினைக் கொண்டோ கம்பியின் ஒரு பக்கத்தில் மின்னணுக்களின் "அழுத்தம்" ஏற்படுகின்றது. ஒரு மின்கலத்துடன் இணைக்கப் பெற்றுள்ள கம்பியில் எதிர் - மின்முனையில் மித மிஞ்சிய மின்னணுக்களும் நேர் - மின்முனையில் குறைவான மின்னணுக்களும் இருக்கின்றன. ஆகவே, எதிர் - மின்முனையிலிருந்து நேர் - மின் முனையை நோக்கி மின்னணுக்கள் நகர்கின்றன. இதனைத்தான் நாம் **மின்னோட்டம்** (electric-current) என்று வழங்குகின்றோம்.

மின்கலத்தினின்று, அல்லது மின்னாக்கப் பொறியினின்று மின்னணுக்கள் வெளிவந்த

அதே கணத்தில் கம்பியின் மறுகோடியிலும் மின்னேட்டம் தோன்றுகின்றது. இதனுல் மின்கலத்தினின்று புறப்பட்ட மின்னணுக்கள் கம்பியிலிருந்து வெளி வருவதில்லை என்பது தெளிவாகின்றது. வரிசையாக மின்னணுக்கள் தள்ளப்பெறுவதால் கம்பியின் மறுகோடியில் வேறு மின்னணுக்கள் வெளிவருகின்றன. ஒருகம்பியில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியைத் தாண்டிச் செல்லும் மின்னணுக்களின் தொகை எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிகமாக இருக்கின்றதோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு அக் கம்பியின் வழியாகப் பாய்ந்து செல்லும் மின்னணுக்களின் ஓட்டமும் அதிகமாக இருக்கும்; அஃதாவது, அக்கம்பியின் மின்னேட்டம் அதிகமாக இருக்கும்.

5. தொலைபேசி

இன்று நாம் தொலைவிலுள்ளவர்களிடம் உரையாடுகின்றோம். வீட்டிலிருந்து கொண்டே சாமான்களை ஆள்மூலம் அனுப்புமாறு வணிகர் கட்குச் செய்திகளை அனுப்புகின்றோம். பாங்கி களில் ஓர் அறையிலிருக்கும் அலுவலர் பிறிதோர் அறையிலிருக்கும் அலுவலர் ஒருவருடன் உரை



படம் 7. அலுவலர் தொலைபேசியின் மூலம் பேசுகின்றார்.

யாடுகின்றார். கொள்ளையிடுவோர் வீட்டினுள் புகுந்த செய்தியை உடனே ஊர்க்காவல் அலுவல கத்திற்கு அனுப்ப முடிகின்றது. தீவிபத்து நேரி டுங்கால் உடனே தீயணைக்கும் படையினை வரு மாறு செய்கின்றோம். இச் செயல்கள் யாவும்

தொலைபேசி (telephone) என்ற கருவியின் உதவியால் நடைபெறுகின்றன.



படம் 8. அலெக்ஸாந்தர் கிராஹம்பெல்.

தொலைபேசியை முதன்முதலாகக் கண்டறிந்தவர் டாக்டர் **அலெக்ஸாந்தர் கிராஹம்பெல்** (Dr. Alexandar Graham Bell) என்பவர். தந்தித் துறையில் பல்வேறு சோதனைகளைச் செய்து

கொண்டிருந்தபொழுது இக் கண்டுபிடிப்பு நிகழ்ந்தது. இதுவும் தற்செயலாக நிகழ்ந்த ஓர் அற்புதக் கண்டுபிடிப்பாகும்.

கி. பி. 1875 இல் **வாட்சன்** (Watson) என்ற தன்னுடைய துணை அலுவலர் ஒருவருடன் பாஸ்டன் என்ற நகரில் ஒரு சிறிய தந்திப் பாதையில் வேலை செய்துகொண்டிருந்தார் பெல். வாட்சன் ஒரு பக்கத்தில் வேலை செய்துகொண்டிருந்தபொழுது பெல் மறுபக்கத்தில் செய்திகளை ஏற்கும் இடத்தில் உள்ள விசைகளைப் (springs) பொருத்திக்கொண்டிருந்தார். அப்பொழுது செய்திகளையனுப்பும் விசையொன்று அதிர்வது நின்று போயிற்று. வாட்ஸன் அது திரும்பவும் வேலை செய்வதற்காக அதைப் பிடுங்கி (plucking) வைத்திருந்தார். அப்பொழுது பெல் திடீரென்று அந்த அறைக்கு வந்து "நீ என்ன செய்துகொண்டிருந்தாய்?" என்று உரத்துக் கத்தினார். செய்தியை ஏற்கும் பக்கத்திலிருந்த பெல்லுக்குப் பிடுங்கின விசையின் ஒலி கேட்டது.

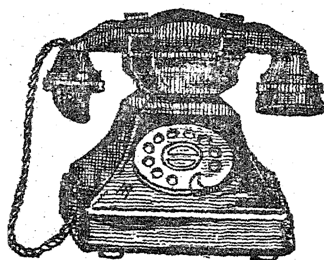
அங்கு நடந்தது இதுதான்: அனுப்பும் கருவியின் விசையிலுள்ள ஆணிகள் உருகி ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொண்டன. வாட்சன் ஆணியைப் பிடுங்கியதும் (snapped), மின்சுற்று உடைபடாமல் இருந்தது. காந்தம் ஏறின எஃகு விசை

(spring) காந்தத்தின் துருவத்தில் அதிர்ந்ததால் அஃது ஒரு மின்னேட்டத்தை விளைவித்தது. விசையின் (spring) பக்கத்திலுள்ள காற்றின் திண்மை மாறிக்கொண்டிருந்ததால் இந்த மின்னேட்டமும் உறைப்பில் மாறிக்கொண்டிருந்தது.

மேற்கண்ட நிகழ்ச்சியின் முழுத்தாற்பரியமும் பெல்லுக்குப் புலனாயிற்று. விசைக்குப் பதிலாக ஒரு விதானத்தைப் (diaphragm) பொருத்தினர். இஃது ஒரு மனிதரின் குரலினால் ஏற்படும் காற்றின் அழுத்தத்திற் கேற்றவாறும், பாட்டிற் கேற்றவாறும் அதிர்ந்தது. பல்வேறு வடிவத்தில் விதானங்களைப் பொருத்திச் சோதனைகளைச் செய்தார் பெல். அதன் பிறகு ஒரு செய்தி அனுப்பும் கருவியையும் அதனை ஏற்கும் கருவியையும் அமைத்தார்.

இவர் கண்டறிந்த தொலைபேசியின் தத்துவம் இது: ஒலியலைகள் மின்னேட்டமாக மாற்றப் பெறுகின்றன; அந்த மின்னேட்டம் திரும்பவும் ஒலியலைக ளாகின்றன. ஒலியலைகள் சாதாரணமாகக் காற்றில் விநாடி யொன்றுக்கு 1100 அடி வீதம்தான் செல்லும் என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால், மின்னேட்டத்தைக் கம்பிகளின் மூலம் நூற்றுக் கணக்கான மைல்கள்—ஏன்? ஆயிரக் கணக்கான மைல்கள்—அனுப்பலாம். இதிலிருந்து நாம் பெல்லின் தொலைபேசியின் முக்கியத்

துவத்தை உணரமுடிகின்றது. நாம் ஓரிடத்தி லிருந்துகொண்டு பேசும் கருவியின்மூலம் பேசு கின்றோம். நாம் பேசும் குரல்ஒலிகள் மின்னோட்ட மாக மாற்றப்பெற்றுக் கம்பிகளின் மூலம் நம் முடைய நண்பரின் வீட்டையடைகின்றன. அங் குள்ள ஏற்குங் கருவியில் இந்த மின்னோட்டம் திரும்பவும் முன்னைய ஒலியலைகளாக மாற்றப் பெறுகின்றன. நம்முடைய நண்பர் நாம் பேசு வதை யெல்லாம் கேட்க முடிகின்றது. தொலை பேசி செயற்படும் முறை வானொலியில் பெரும் பங்கு பெறுகின்றது.



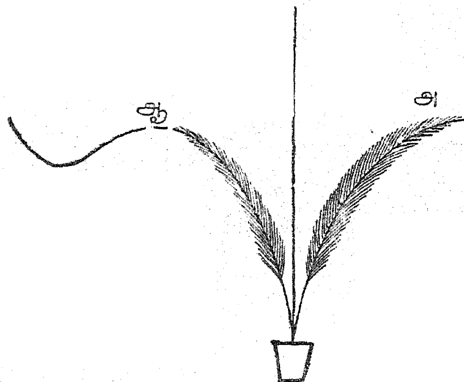
படம் 9.

6. ஒலியின் தன்மைகள்

நம்மைச் சுற்றிலும் காற்றுச் சூழ்ந்துள்ளது. காற்றில் ஏற்படும் விரைவான குழப்பம் அல்லது சலனம் நம்முடைய காதில் உள்ள சவ்வினைத் தாக்கி அதில் ஒருவித அதிர்ச்சியை உண்டாக்கு கின்றது. இந்த அதிர்ச்சியினை நாம் உணருகின்றோம். இந்த உணர்ச்சியினையே நாம் **ஒலி** என்று பேசுகின்றோம். காற்று இருப்பதனால்தான் ஒலி உண்டாவது சாத்தியமாகின்றது. காற்று அல்லது **காற்று மண்டலம்** (atmosphere) பூமி யின்மீது இல்லையெனில் நாம் ஒன்றையும் கேட்க முடியாது. ஒருவர் பேசும் பேச்சினையோ, ஒருவர் பாடும் இசையினையோ, அல்லது கடலலைகளின் இரைச்சலையோ நம்முடைய செவி உணரமுடி யாது. காரணம், நம்முடைய காதுகளுக்கு அவற் றைச் சுமந்து கொண்டுவர இடையில் யாதொரு பொருளும் இல்லை. இவ்வாறு இடையில் ஒலி யினைக் கொண்டுவரும் பொருளை **ஊடகம்** (medium) என்று வழங்குவர். ஒலியினைக் கொண்டு செல்வதற்குக் காற்று ஓர் ஊடகமாக உள்ளது.

காற்றில் உண்டாகும் குழப்பத்தை **அதிர்வு கள்** (vibrations) என்று வழங்குவர். நாணற்

குச்சி ஒன்று இருக்கின்றது. அது வேகமாக அசைந்து ஆடுகின்றது. அது அ என்ற இடத்தி லிருந்து ஆடத்தொடங்கி ஆ என்னும் இடத்தை



படம் 10. நாணற்குச்சியின் அசைவினால் அலை உண்டாதல்.

அடைந்து அங்கிருந்து புறப்பட்டு மீண்டும் அ என்ற இடத்தையே அடைகின்றது எனக்கொள் வோம். இவ்வாறு செய்வதால் அஃது ஒருமுறை அதிர்கின்றது என்று கூறுகின்றோம். ஒருமுறை போய்வரும் ஆட்டத்தைத்தான் ஓர் **அதிர்ச்சி** அல்லது **அதிர்வு** (frequency) எனக் குறிப்பிடு கின்றோம்.

நாணற்குச்சி ஒருமுறை அதிரும்போது ஓர் அலையை அது காற்றில் பரப்புகின்றது. ஒவ்வோர் அதிர்ச்சியிலும் ஓர் அலை கிளம்பிப் பரவுகின்றது. இப்படிப் பரவும் அலைகள்தாம் நம் காதை வந்து

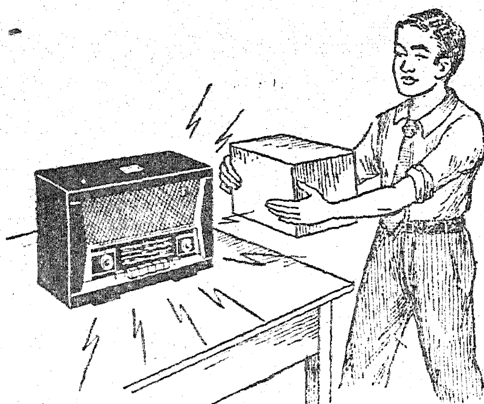
அடைகின்றன. ஒலி அலைகள் காற்றில் பரவும் பொழுது விநாடியொன்றுக்கு 1100 அடி வீத மாகச் சென்று பரவுகின்றன என்பதாகக் கணக் கிட்டிருக்கின்றனர். இதை முன்னரும் குறிப் பிட்டோம்.

ஒரு பொருள் வேகமாக அதிருங்கால் அது முன்னும் பின்னுமாக வேகமாக அதிர்கின்றது. இந்த அதிர்ச்சி விநாடியொன்றுக்கு 600 அல்லது 700 தடவைகள் வீதம் இருக்கலாம். இவ்வாறு செய்யும் பொழுது அது தன்னைச் சுற்றிலுமுள்ள காற்றினைத் தள்ளிச் சிறிய காற்றலைகளை அனுப்பு கின்றது. நாம் ஒரு குளத்தில் கல்லை விட்டெறி யுங்கால் கல் விழுந்த இடத்திலிருந்து அலைகள் நாலா பக்கங்களிலும் பரவுகின்றன அல்லவா? காற்றலைகளும் இந்த நீர் அலைகளைப் போன்ற வையே.

முன்னும் பின்னும் மிக வேகமாக அதிர்ந்து கொண்டுள்ள கம்பிபோன்ற பொருள்களின் அதிர்வுகள் மிகச் சிறிய அலைகளை அனுப்பிய வண்ணமிருக்கும். இவ்வாறு வேகமாகவுள்ள அதிர்வுகளை நாம் கண்ணால் காணமுடியாது. நம் முடைய உடம்பின் உணர்வினாலும் கண்டு கொள்ளமுடியாது. நாம் அந்த அதிர்வுகளைக் கேட்பதால் அவை இருப்பதாக அறிகின்றோம்.

அதிர்வுகளை உண்டாக்கி ஒலியை அனுப்பும் பொருளைத்தான் நாம் தொட்டு உணரலாம்.

கீழ்க் கண்ட இந்தப் பரிசோதனையை நாம் செய்து பார்க்கலாம்: . நம்முடைய வீட்டிலுள்ள வானொலிப் பெட்டியை நன்ருகத் திருகிவிட்டு உரத்துப் பாடுமாறு செய்யலாம். மெல்லிய அட்டையாலான ஒரு பெட்டியை இருகைகளாலும்



படம் 11. பாடும் வானொலிப் பெட்டியின் அருகில் அட்டைப் பெட்டியை வைத்துப் பார்த்தல்.

மெதுவாகப் பிடித்துக்கொண்டு வானொலிப் பெட்டியின் அருகே கொண்டுவருவோம். அட்டைப் பெட்டியின் பக்கங்கள் அதிர்ந்து நம்முடைய விரல்களைக் 'கிச்சம் காட்டுவதை' உணர்கின்ருேம். அட்டைப் பெட்டி உரத்துப் பாடும் வானொலிப் பெட்டியின் அருகே இருக்கும்வரை அதில் நுண்

ணிய துடிப்புக்கள் இருக்கும். அட்டைப் பெட்டியின் உள்ளேயும் வெளியேயும் உள்ள காற்று வானொலியின் அதிர்வுகளுக் கேற்றவாறு துலங்குவதாலும், ஒலிபெருக்கியி னின்று புறப்பட்டு வரும் ஆயிரக்கணக்கான நுண்ணிய காற்றலைகள் அட்டைப் பெட்டியின் பக்கங்களைத் தாக்கி அதே முறையில் அதிரச் செய்வதாலும் இத் துடிப்புக்கள் உண்டாகின்றன. இப்பொழுது வானொலி பாடுவதை நிறுத்திவிட்டு அட்டைப் பெட்டியை மட்டிலும் அதிரச் செய்யக் கூடுமானால், அப் பெட்டி அந்த இசையினைத் தரக்கூடும். அது மிக மிக மெதுவாக (faint) இருக்கும்; ஆயினும், அஃது இசையேயாகும். அட்டைப் பெட்டி உறுதியான காகிதத்தினாலாகியிருந்து அது பலமாகவும் அதிரக் கூடுமாயின் அஃது இசையை இன்னும் சற்று உரத்துத் தரும்.

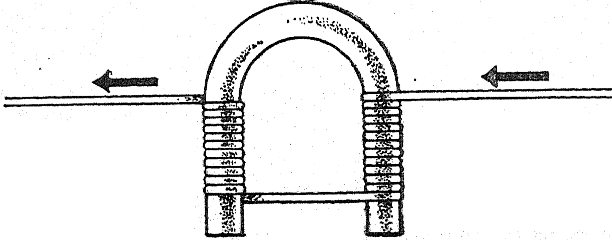
மேற்குறிப்பிட்ட இப்பரிசோதனையை எந்த விதமான ஒலியைக்கொண்டு செய்தாலும், பெட்டியின் பக்கங்கள் அதிர்வுகளை உண்டாக்கும். நாம் பெட்டியின் அருகே பேசினாலும் நாம் அதன் பக்கங்களில் துடிப்புக்கள் உண்டாவதை உணர்கின்றோம். நாம் பேசி நிறுத்திய பிறகு அந்தத் துடிப்புக்களைத் திரும்பவும் நிகழுமாறு செய்யக் கூடுமானால், நாம் உண்மையில் அந்தப் பெட்டி நம்முடைய குரலில் நாம் பேசிய பேச்

சினையே பேசுவதைக் கேட்போம். இதைத்தான் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் பல்லாண்டுகட்கு முன்னர்ச் செய்து காட்டினார். எடிசன் கையாண்ட வட்டத் தட்டினைச் (disc) சுற்றிலும் ஒரு கொம்பு அல்லது **குரல்பெருக்கியை** (megaphone) வைத்து ஒலியைப் பெருக்கி அண்மை அறையிலுள்ளோரும் கேட்குமாறு செய்யலாம். ஆனால், ஒலியினை நூற்றுக் கணக்கான அல்லது ஆயிரக் கணக்கான மைல்கட்கு அப்பாலுள்ள இடங்கட்கு அனுப்புவது எவ்வாறு? இதனை அடுத்துக் காண்போம்.

7. வியத்தகு மின்காந்தம்

மின்னோட்டத்தினால் கம்பிகளின்மூலம் ஒலி அனுப்பப் பெறுகின்றது என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால், இரண்டு காந்தங்களின் துணையின்றி எப்பொழுதுமே ஒலியினைக் கம்பி களின் வழியாக அனுப்புதல் முடியாது. இது நமக்குச் சற்று வியப்பாகவே இருக்கும். ஏன் அனுப்ப முடியாது என்பதைச் சிறிது நேரத்தில் கீழ்க்கண்டவற்றால் அறிந்துகொள்வீர்கள்.

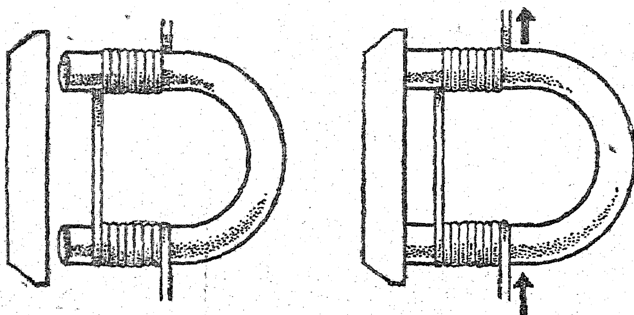
மேற்குறிப்பிட்ட காந்தங்களில் ஒன்று ஆணி களையும் ஊசிகளையும் கவரும் தன்மையுடையது. இது தன்னுடைய காந்தத்தன்மையை ஒருபொழு தும் இழப்பதில்லை. மற்றொரு காந்தம் இதனினின்



படம் 12. மின்காந்தத்தின் அமைப்பினை விளக்குகின்றது.

றும் சிறிது மாறுபட்டது. இது படத்தில் காட்டி யுள்ளவாறு ஒரு தேனிரும்புத் துண்டின்மீது பல கம்பிச் சுருள்களைக் கொண்ட அமைப்பாகும். கம்

பிச் சுருள்களில் மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது தேனிரும்புத் துண்டு காந்தமாகிவிடுகின்றது; கம்பிச் சுருள்களில் மின்னோட்டம் பாயாமல் நிறுத்தப்பட்ட அந்தக் கணமே இரும்புத் துண்டும் தன்னுடைய காந்தச் சக்தியை இழந்துவிடுகின்றது. இவ்வாறு கம்பிச் சுருள்கள் சுற்றப் பெற்ற தேனிரும்புத்துண்டையே நாம் **மின் காந்தம்** (electro-magnet) என்று வழங்குகின்றோம். இதனையே நாம் மேலே குறிப்பிட்டோம். இதுதான் நவீன நாகரிகத்திற்குக் காரணமான முக்கிய **புதுப்புனைவு** (invention) ஆகும் என்று பல அறிவியலறிஞர்கள் கூறுகின்றனர்.



படம் 13. மின்காந்தங்கள்—மின்னோட்டம் பாயாத நிலையிலும் மின்னோட்டம் பாயும் நிலையிலும்.

மேற்கூறிய தேனிரும்பைச் சுற்றியுள்ள கம்பிச் சுருள்களின் எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்தினால் தேனிரும்பிலும் முன்னே தோன்றிய

அளவினை விடக் காந்தச் சக்தி அதிக அளவில் தோன்றும். அங்ஙனமே, கம்பிச்சுருளில் பாய்ந்து வரும் மின்னோட்டத்தின் வன்மையை அதிகப் படுத்தினாலும் தேனிரும்பில் அதிகமான காந்தச் சக்திதோன்றும். இந்த இரண்டு முறைகளில் எந்த முறையைக் கையாண்டாலும், அல்லது இரண்டு முறைகளையும் ஒருங்கிணைத்துக் கையாண்டாலும் வரம்பின்றித் தேனிரும்பின் காந்தச் சக்தியை அதி கப்படுத்திக்கொண்டே போகமுடியாது. அஃது இரும்பின் நீளம், கனம் முதலியவற்றைப் பொறுத்தது. இந்த அளவுகளுக் கேற்றவாறு தேனிரும்பில் காந்தத்தை ஏற்றலாம்; அதற்கு மேல் ஏற்றவே முடியாது.

இன்னொரு செய்தியும் ஈண்டு அறிதற்பாலது. கம்பிச்சுருளில் பாய்ந்துவரும் மின்னோட்டம் ஒரே ஒழுங்காக ஓடாமல் மாறுபட்டு ஓடினால் அதன் மாற்றத்திற்குத் தகுந்தவாறு தேனிரும்பின் காந்தச் சக்தியும் மாறுபடும். மின்னோட்டத்தை முற்றிலும் நிறுத்தி விட்டால் தேனிரும்பில் பெரும்பாலும் காந்தச் சக்தியே இல்லாது போய் விடும்.

மின்காந்தம் மிகச் சரியான முறையில் இயங்கக் கூடியது. அது மிகவும் நுண்ணிய உணர் வுடையது. கம்பிச்சுருள்களிலுள்ள மின்னோட்

டத்தில் உண்டாகும் மிகச் சிறிய மாற்றங்களையும் உடனுக்குடன் பதிவுசெய்துவிடும் தன்மையது. இந்தக் காந்தம் எவ்வளவு விரைவாக செயற்படு கின்றது என்பதை உணர்வது மிகமிக முடியாத செயலாகும். எடுத்துக்காட்டாக, நாம் அதி லுள்ள மின்னோட்டத்தை ஒவ்வொரு விநாடியி லும் ஆயிரம் தடவை நீக்கியும் ஓடும்படியும் செய் தாலும், தேனிரும்பும் விநாடியொன்றுக்கு ஆயி ரம் தடவை காந்தமாக இருந்து காந்தத்தை இழக்கும்!

இந்தப் புத்தகத்தின் ஏட்டின் அளவு மெல்லிய தேனிரும்புத் தகட்டை மேற்படி தேனிரும்புத் துண்டின் மிக அருகில் வைத்தால், காந்தத்தின் கம்பிச் சுருளில் உள்ள மின்னோட்டம் ஓடச் செய்வதற்கு ஏற்றவாறும், நிறுத்துவதற்கு ஏற்ற வாறும் இத் தகடு காந்தத்தை நோக்கி இழுக்கப் பெறும்; அல்லது விடுவிக்கப்பெறும். அது மட்டுமா? இவ்வாறு இழுக்கப்பெறும் அளவும் மின்னோட்டத்தின் வன்மையில் ஏற்படும் மிகச் சிறிய மாற்றங்களுக் கேற்றவாறு **மிகச்சரியாக** அமையும். கம்பிச் சுருள்களில் மின்னோட்டம் எவ்வளவு வேகமாக மாறினாலும் சரி, ஒவ்வொரு விநாடியிலும் அஃது எத்தனை தடவை வன்மையி லிருந்து மென்மைக்குப் போய்க்கொண்டிருந்தா லும் சரி இரும்புத் தகடும் அவ்வளவுக்கவ்வளவு

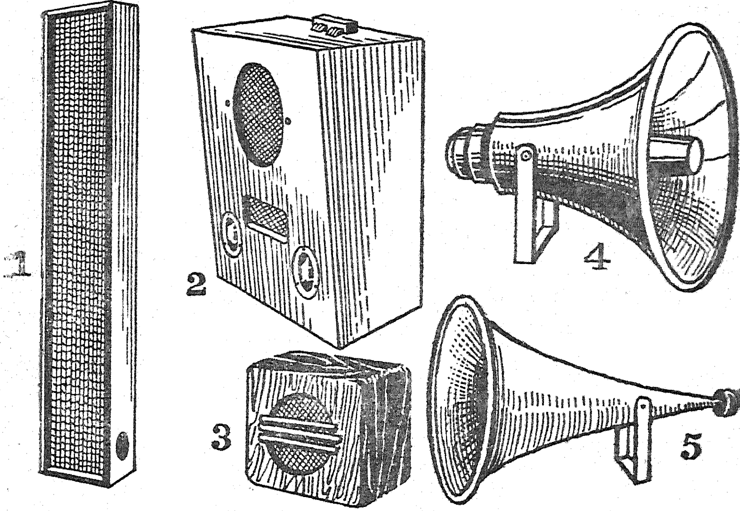
மெதுவாகவே அசையும்; அசையவேண்டிய எண்ணிக்கையில் மிகாமலும் குறையாமலும் அசைந்து கொண்டிருக்கும். எனவே, கம்பிச் சுருள்களிலுள்ள மின்னோட்டத்தின் மிக நுண்ணிய மாற்றங்களுக் கேற்றவாறு தகடு அதிர்வடைகின்றது; ஒலியை உண்டாக்குமாறும் செய்யப்பெறுகின்றது. மின்சாரக் கருவிகளில் எவ்வாறு நாம் பேசும் ஒலி—அல்லது பாடும் ஒலி—வெளிப்படுகின்றது என்பதை அடுத்துக் காண்போம்.

8. ஒலி பெருக்கி

சிலருடைய குரல் 'கீச்'சென்று மென்மையாக இருக்கும். சிலருடைய குரல் வெண்கல ஓசை போல் 'கணீர்' என்று எடுப்பாகக் கேட்கும். அங்ஙனமே, சில பாடகரின் சாரீரம் மெல்லியதாகவும் சில பாடகரின் சாரீரம் வல்லியதாகவும் இருக்கும். வீணை, புல்லாங்குழல் போன்ற இசைக் கருவிகளின் ஒலி மெதுவாகக் கேட்கும்; மேளம், நாதசுரம் போன்ற இசைக் கருவிகளின் ஒலி உரத்துக் கேட்கும்.

பெரிய மாநாட்டுப் பந்தலில் பேச்சு மேடைக்கு மிகத் தொலைவில் உட்கார்ந்திருப்போர் மேடையில் பேசுவோரின் பேச்சினை நன்கு கேட்க முடியாது. அங்ஙனமே, ஒருவர் தம்முடைய பெரிய தொண்டையைக் கொண்டு நன்கு பாடினாலும் தொலைவிலுள்ளோர் அப்பாட்டினை நன்கு செவி மடுக்க முடியாது. இத்தகைய சமயங்களில் பேசுபவர்களின் குரலையும், பாடுபவர்களுடைய சாரீரத்தையும், இசைக் கருவிகளின் ஒலியையும் மாநாட்டுப் பந்தலிலுள்ள அனைவரும், மைதானத்திலும் வேறு வெளியிடங்களிலும் கூடியுள்ள மக்களும் நன்கு கேட்பதற்கு **ஒலி பெருக்கி** (loud-speaker) என்னும் கருவியை இக்

காலத்தில் பயன்படுத்துவதை நாம் நன்கு அறிவோம்; படத்தில் காணப்பெறுவதைப் போன்ற



படம் 14. பல்வேறு வகை ஒலிபெருக்கிகள்.

1. அடுக்கு ஒலிபெருக்கிக் கருவி: (ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாகப் பல ஒலிபெருக்கிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் அமைப்பு). வெகு தூரத்திலிருப்பவர்கட்கும் ஒலி நன்கு கேட்கும்.

2. பள்ளிகளிலும் பொது இடங்களிலும் தேவைக்கேற்ற வாறு ஒலியைக் கூட்டவும், குறைக்கவும் வசதியுள்ள ஒலிபெருக்கி.

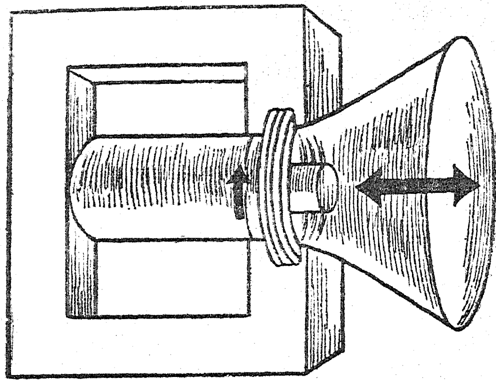
3. பொதுக்கூடங்களிலும் பள்ளிகளிலும் உள்ளே வைக்கப் படும் ஒலிபெருக்கி (Internal loud-speaker).

4, 5. மாநாடுகளிலும் பொதுக்கூட்டங்களிலும் வெளியே பொருத்தக்கூடிய ஒலிபெருக்கி (External loud-speaker).

சிலவகைப் பெட்டிகளையும் கொம்புகளையும் மாநாட்டுப் பந்தலிலும் திறந்த வெளியில் அமைக்

கப் பெற்றுள்ள கூட்டத்தில் ஆங்காங்கு நடப் பெற்றுள்ள மூங்கில் கம்புகளிலும் கட்டப்பெற் றிருப்பதை நாம் பார்த்திருக்கின்றோம்.

இக் காலத்தில் பலவகையான ஒலிபெருக்கி களை இயற்றி அமைத்திருக்கின்றனர். இந்த அமைப்பு முறை கருவிகளின் வகைக்கு வகை மாறுபடுகின்றது; அவை செயற்படும் முறையி லும் வேறுபாடு உள்ளது. இவற்றின் உறுப்புக் களும் பலவகையாக உள்ளன. எனினும், எல்லா



படம் 15. ஒலிபெருக்கியின் அமைப்பினை விளக்குகின்றது.

வகைக் கருவிகளின் நோக்கம் ஒன்றே. அஃதாவது, ஓரிடத்தில் தோன்றும் ஒலியை—அஃது எவ் வளவு மெல்லிய ஒலியாயிருப்பினும்—தொலைவி லுள்ளவர்களும் தெளிவாகக் கேட்குமாறு செய் வதே இந்த வகைக் கருவிகளின் நோக்கமாகும்.

இனி, இந்தவகைக் கருவிகளுள் ஒன்றின் அமைப்பினைக் கவனிப்போம். இந்தக் கருவியில் ஒரு மின்காந்தமும் அதன் அருகில் ஒரு மெல்லிய இரும்புத் தகடும் இருக்கின்றன. தொலைபேசியி லும் இந்த அமைப்பே உள்ளது. நம்முடைய வீட்டுத் தொலைபேசியின் கேட்கும் பகுதியைப் பிரித்துப் பார்த்தால் இந்த உறுப்புக்களிருப்பதைக் காணலாம். இந்தக் காந்தத்தின் கவர்ச்சித்திறன் இக் கருவியின் உள்ளே நுழையும் மின்னோட்டத் தால் பாதிக்கப்பெறுகின்றது. மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்குத் தக்கவாறு காந்தம் கவர்ச்சித்திறனை அடைந்து தன் அருகிலுள்ள இரும்புத் தகட்டை வெவ்வேறு அளவுகளில் கவரு கின்றது. தகடும் அந்தக் கவர்தல்களுக்கு ஏற்ற வாறு நெளிந்து அதிர்ந்து ஒலியினை உண்டாக்கு கின்றது. மேடையில் பேசுவோர் குரலையும் பாடு வோர் சாரீரத்தையும் இசைக் கருவிகளின் ஒலி யையும் சிறிதும் மாறுபாடின்றி அப்படியே கேட் கின்றோம். நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியி லுள்ள ஒலி பெருக்கியில் உலோகத் தகடு ஒரு பெரிய உறுதியான காகிதத்தால் செய்யப் பெற்ற கூம்பு (cone) ஒன்றுடன் இணைக்கப் பெற் றுள்ளது.

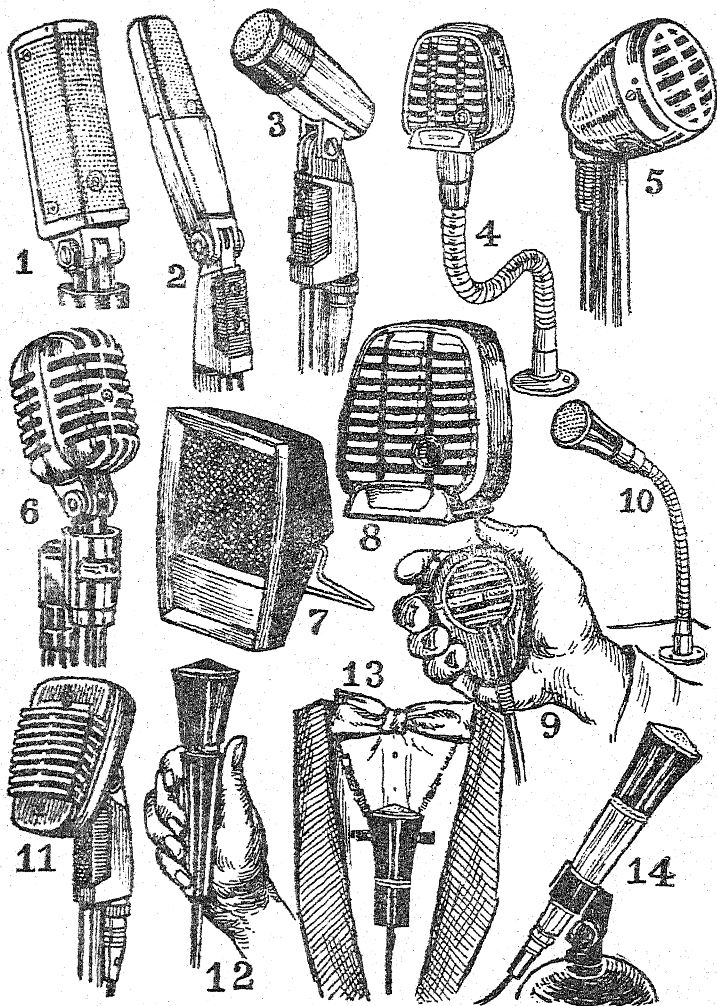
9. ஒலி வாங்கி

இக் காலத்தில் திருவல்லிக்கேணி போன்ற இடங்களில் நடைபெறும் மாபெருங் கூட்டங்களிலும் கல்லூரி பள்ளிபோன்ற இடங்களில் நடைபெறும் விழாக்களிலும் **ஒலிவாங்கி** (microphone) என்ற கருவியை வைக்கின்றனர். இன்று பட்டி தொட்டிகளில் நடைபெறும் திருமணம் போன்ற நிகழ்ச்சிகளிலும் இக்கருவி பெரிய அளவு பயன்படுகின்றது. 'பருப்பு இல்லாத திருமணமா?' என்ற வழக்கு மாறி 'மைக் இல்லாத திருமணமா?' என்ற சொல் வழக்குத் தோன்றி யிருக்கின்றது! **மைக்ரோபோன்** என்ற ஆங்கிலப் பெயர்தான் **மைக்** என்று சுருங்கி வழங்குகின்றது—கிருஷ்ண மூர்த்தி என்ற பெயர் 'கிட்டு' என வழங்குவதைப் போல!

ஒலிவாங்கியின் சில அமைப்பு வகைகளைப் படத்தில் காணலாம். வெளித் தோற்றம் பல் வேறு விதமாக இருந்தாலும் அதன் அடிப்படை அமைப்பும் தத்துவமும் எல்லாவற்றிலும் ஒன்று போலத் தானிருக்கும். அதன் அமைப்பு வருமாறு: கருவியில் பெட்டிபோன்ற ஒரு சிறிய அமைப்பு இருக்கின்றது. பெட்டியின் முன்புறமும் பின்புறமும் ஓரத்தில் உலோகத்தாலான அல்லது கார்பனாலான மெல்லிய தகடுகள் வைக்கப்

பெற்றுள்ளன. இத் தகடுகளுக்கிடையில் பெட்டி போன்ற அமைப்பில் கார்பன் துணுக்குகள் நிறைந்திருக்கும். கார்பன் என்பது கரி. ஒரு மின்னேட்டம் முன்புறமுள்ள தகட்டில் நுழைந்தால், அது கார்பன் துணுக்குகள் வழியாகப் பின்புறமுள்ள தகட்டினை அடைகின்றது. இத் தகட்டிலிருந்து மீண்டும் வெளியேறுகின்றது. இந்த அமைப்பில் மின்னேட்டம் வன்மையும் மென்மையும் இல்லாமல் ஒரே நிதானமாகப் பாய்ந்து செல்லுகின்றது. இந்த மின்னேட்டத்தால் யாதொரு மாற்றமும் இல்லை.

ஒலி வாங்கியின் முன்புறத்தில் ஒருவர் நின்று கொண்டு பேசினல், அவருடைய பேச்சினல் உண்டாகும் ஒலி அலைகள் முன்புறமாகவுள்ள தகட்டை அதிரச் செய்கின்றது. இதனல் கார்பன் துணுக்குகளிடையே உள்ள அமுக்கத்தில் மாற்றத்தை விளைவிக்கின்றது. சிதறிக் கிடக்கும் கார்பன் துணுக்குகள் நெருக்கமாகச் சேர்வதால், மின்னேட்டம் அவற்றின்வழியே நிகழ்வது எளிதாகின்றது; அஃதாவது மின்னேட்டம் இப்பொழுது அதிகமாகின்றது. கருவியிலுள்ள முன் பக்கத் தகடு முன்பக்கமாக விலகும் பொழுது இதற்கு எதிரிடையான நிகழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது. அதாவது, பேசுவோரின் வாய்ப்புறத்துத் தகடு முன்பக்கமாக அதிர்ந்து ஆடுங்கால் அதற்குப்



படம் 16. ஒலிவாங்கியின் பல வகைகள்.

1. பொது மேடைப்பேச்சுகளுக்கேற்ற உயர்தர ஒலிவாங்கி.

2. மேடைமீது எவ்வளவு அசைந்தாடிப் பேசினாலும் நன்கு ஒலி வாங்கக்கூடிய உயர்தர ஒலிவாங்கி.

3. குறைந்த விலையில் விசையுடன் கூடிய அதிக ஒலி பரப்பக் கூடிய ஒலிவாங்கி.

4. வளைந்து கொடுக்கக்கூடிய ஒலிவாங்கி.

5. சாதாரணப் பொதுமேடைப் பேச்சுகட்குப் பயன்படும் நடுத்தர ஒலிவாங்கி.

6. வானொலி நிலையங்களிலும் தொலைக்காட்சி (Television) நிலையங்களிலும் ஒலிபரப்பப் பயன்படுத்தும் உயர்தர ஒலிவாங்கி.

7. இல்லங்களில் ஒலிப்பதிவு செய்யவும் இன்டர்காம் (Intercom) அமைப்புகட்கும் பயன்படும் ஒலிவாங்கி.

8. கையில் வைத்துக்கொண்டு ஒலிபரப்பப் பயன்படும் ஒலிவாங்கி.

9. விளையாட்டுப் பந்தய மைதானங்கள், விழாக் கூட்டங்கள், உந்து வண்டிகள் ஆகியவற்றில் பயன்படும் ஒலிவாங்கி.

10. நாடாப்பதிவு, கம்பிப்பதிவு, தட்டுப்பதிவு ஆகிய செயல்களில் மொழி ஆய்வுக் கூடங்களில் பயன்படும் ஒலிவாங்கி.

11. பாண்டு வாத்தியம், கருவி இசை, நாடாப்பதிவு முதலியவைகட்குப் பயன்படுவது. குரல், இசை இரண்டையும் மிகவும் நன்றாக ஒலிபரப்பக் கூடியது.

12, 14. புதுமையாகக் காணப்படும் இவ் ஒலிவாங்கிகள் கையில் வைத்தோ அல்லது மேசைமீது வைத்தோ ஒலிபரப்பப் பயன்படும் கையடக்கமான ஒலிவாங்கிகள்.

13. மேடைமீது நடிப்போரும் நடனமாடுவோரும் இவ் ஒலிபெருக்கியைக் கழுத்தில் மாட்டிக்கொள்வதன் மூலம் தெளிவான ஒலிபரப்புக் கிடைக்கும்.

பின்பக்கத்திலுள்ள கார்பன் துணுக்குகள் நெகிழ்கின்றன; இப்பொழுது அவற்றில் அழுத்தமும் குறைகின்றது. இப்பொழுது மின்னோட்டமும் குறைகின்றது. எனவே, கம்பிகளில் ஓடும் மின்னோட்டத்தின் வன்மையும் மென்மையும் இந்தத் தகட்டின் அதிர்வுகளைப் பொறுத்துள்ளன. இத்தகைய அமைப்பினுல்தான் தொலைபேசியும் வானொலியின் ஒலிவாங்கியும் செயற்படுகின்றன. தொலைபேசியின் பேசும் பக்கத்திலுள்ள பகுதியைப் பிரித்துப் பார்த்தால் இது புலனுகும். ஆகவே, ஒலி வாங்கியிலுள்ள தகட்டினை அதிரச் செய்யும் ஒலிகள் கம்பிகளின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தில் நூற்றுக் கணக்கான வெவ்வேறு விதமான நுண்ணிய மின்சார மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன என்பதை நாம் அறிகின்ருேம். இந்த மாற்றங்களை **ஏற்ற இறக்கங்கள்** (fluctuations) என்று வழங்குவர். இந்த ஏற்ற இறக்கங்களைக் கேட்கும் இடத்தில் வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒலிபெருக்கியின் மின்காந்தத்தை அடையச் செய்தால், அவை அந்தக் காந்தத்தின் முன்புறமுள்ள மெல்லிய இரும்புத் தகட்டினை அதிரச் செய்கின்றன. அஃது ஒலிவாங்கியினுள் தகடுகள் **அதிர்வதைப்போலவே மிகச் சரியாக** அவற்றுடன் சேர்ந்து ஆடுகின்றது. இப்பொழுது பேசும் பொழுது என்ன ஒலிகள் உண்டாகி ஒலிவாங்கி

யின் தகடுகளை அதிரச்செய்தனவோ, அதேமாதிரி யான ஒலிகளைத்தான் ஒலிபெருக்கியின் இரும்புத் தகடும் உண்டாக்குகின்றன. இதனால் பேசு வோரின் பேச்சு அப்படியே ஒலிபெருக்கியிலும் கேட்கின்றது. ஆகவே, பேச்சாளரின் சொற் பொழிவும் பாடகரின் பாட்டும் மிகத்தொலைவில் உட்கார்ந்திருப்போரின் காதுகளில் நன்கு விழு கின்றன. இதுவே ஓரிடத்தில் பேசும் ஒலி பிறிதோ ரிடத்தில் கேட்பதன் தத்துவம் ஆகும். மேற் கூறிய முறையில்தான் கம்பிகளின்மூலம் மின்சார முறையில் ஒலிகள் அனுப்பப்பெறுகின்றன. ஆனால், கம்பிகளின்றி எவ்வாறு ஒலி மிகத் தொலைவிடங்கட்கு அனுப்பப் பெறுகின்றது? இதனை அடுத்துக் காண்போம்.

10. வானொலி அலைகள்

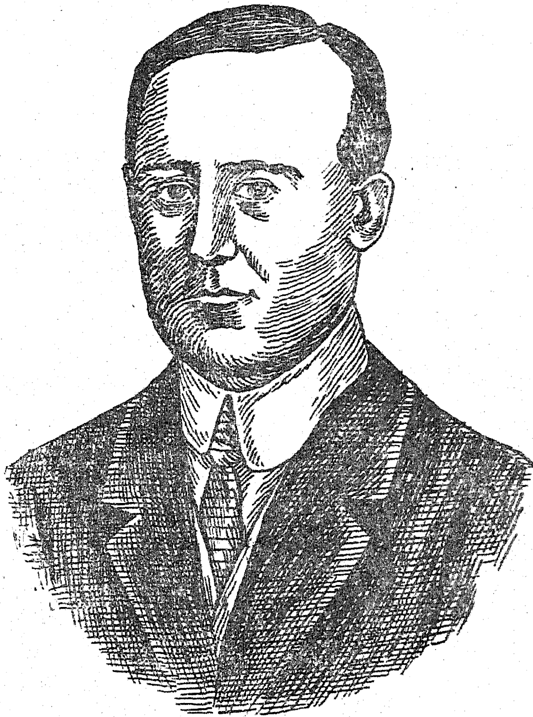
இந்தப் புத்தகத்தின் தொடக்கத்தில் மந்திர அலைகளைக் குறிப்பிட்டோமல்லவா? அவை



படம் 17. ஜேம்ஸ் கிளார்க் மாக்ஸ்வெல்.

மின்-காந்த அலைகள் (electro-magnetic waves)

என்று வழங்கப்பெறும். இவற்றின் இருப்பை முதன்முதலாகக் கண்டறிந்தவர் **'ஜேம்ஸ் கிளார்க் மாக்ஸ்வெல்'** (James Clerk Maxwell) என்ற



படம் 18. ஹென்ரிச் ஹெர்ட்ஸ்.

பௌதிக அறிஞர். இவர் ஸ்காட்லாந்து நாட்டைச் சார்ந்தவர். கி. பி. 1864 இல் அவர் சூரியனிடமிருந்து 92, 900, 000 மைல்களைக் கடந்து

நாம் பெறும் ஒளியை வானி வழியாக வரும் வேக மான அதிர்வுகளால்தான் அடைகின்றோம் என்று கூறினார். மேலும், அவர் வானத்தினுள்ள வெட்ட வெளியில் மெதுவான அதிர்வுகளும் இருப்ப தாகவும் கருதினார்.

மாக்ஸ்வெலுக்குப் பிறகு கண்காணா இந்த அதிர்வுகளின் இருப்பினை மெய்ப்பிப்பதற்குப் பலர் முயன்றனர். இப் பணியில் இறங்கியவர் களுள் '**ஹென்ரிச் ஹெர்ட்ஸ்**' (Heinrich Hertz) என்ற செருமானிய பௌதிக அறிஞர் ஒருவர்; இவர் மிகவும் இளைஞர்; இவர் கண்ட அலைகள் முதலில் **ஹெர்ட்டீஷியன் அலைகள்** என்று வழங்கப் பெற்றன. இவைதாம் பின்னர் **வானொலி அலை கள்** (radio waves) என்ற பெயரை ஏற்றன. இவர் கொண்ட முயற்சி 1894 இல் ஏற்பட்ட இவரது அகால மரணத்தால் நின்றது. இதன் பிறகு இத் துறையில் உழைத்தவர் **மார்க்கோனி** (Marconi) என்ற இத்தாலிய நாட்டு இளைஞர்.

வானொலி அலைகள் ஒலி அலைகளைவிடக் கிட் டத்தட்ட பத்து இலட்சம் தடவை விரைவாகப் பிரயாணம் செய்கின்றன. ஒலி அலைகளைப்போல அவை செல்லுவதற்குக் காற்றோ அல்லது அதனைப் போன்ற வேறு ஓர் ஊடகமோ தேவையில்லை. அவை வானவெளியில் எல்லாத்திசைகளிலும் விநாடியொன்றுக்கு 1,86,000 மைல்கள் வீதம்

கடந்து செல்லுகின்றன. அவை சுவரையும், தரையையும், வீட்டின் கூரையையும் ஊடுருவிச் செல்லுகின்றன. இங்கிருந்து அவை சந்திரமண்



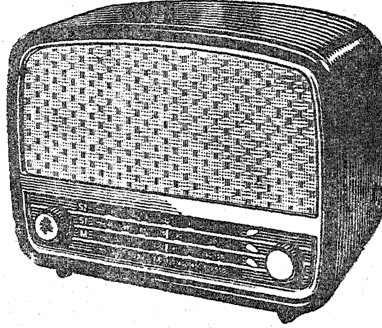
படம் 19. மார்க்கோனி.

டலத்துக்குப் போய்த் திரும்பி வருவதற்கு மூன்று விநாடிகள் கூட ஆவதில்லை!

வானொலி அலையில் பலவகைகள் உள்ளன. சில அலைகள் விநாடியொன்றுக்கு 700,000 தடவைகள் அதிர்கின்றன; இன்னும் சில விநாடியொன்றுக்கு ஒரு மில்லியன் தடவைக்குமேல் அதிர்கின்றன. மில்லியன் என்பது பத்து இலட்சம். ஒரு விநாடியில் அலை எத்தனை தடவைகள் அதிர்கின்றனவோ அத்தனை தடவைகளை **அதிர்வு-எண்** (frequency) என்று வழங்குவர். நாணற் குச்சி எடுத்துக்காட்டில் அதிர்வு என்பது என்ன என்று விளக்கியுள்ளோம். ஒரு முற்றுப்பெற்ற அதிர்வே **சுற்று** (cycle) என்பது. ஒரு பொருள் அ என்னும் இடத்திலிருந்து தொடங்கி **ஆ** என்னும் இடத்தை அடைந்து அங்குத் திசைமாறி அங்கிருந்து தொடங்கி மீண்டும் அ என்னும் இடத்தை வந்து அடையுமானால் அஃது ஒரு **சுற்றுச்** சுற்றி வந்துவிட்டது என்று வைத்துக்கொண்டிருக்கின்றனர்.

ஒலி பரப்பு நிலையத்திலிருந்து ஒவ்வொரு விநாடியிலும் வெளிவரும் அலைகளை விநாடிக்கு இத்தனை **கிலோ - சைக்கிள்கள்** என்று குறிப்பிடுகின்றனர். ஆயிரம் சைக்கிள்கள் கொண்டது ஒரு கிலோ - சைக்கிள். விநாடிக்கு இத்தனை சைக்கிள் என்று சொல்லுவதற்குப் பதிலாக இத்தனை மில்லியன் சைக்கிள் என்றும் சொல்லுவதுண்டு.

நம்முடைய வானொலிப் பெட்டிகளின் முகப்பில் காணப்பெறும் எண்கள் **அதிர்வு - எண்**களாகும். இந்த எண்களைக் கொண்டு நாம் பல்

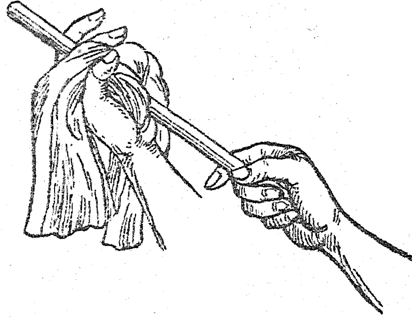


படம் 20. வானொலிப் பெட்டியின் முகப்பில் அலை நீளங்களைக் காட்டும் அமைப்பு.

வேறு ஒலி பரப்பு நிலையங்களை அறிந்துகொள்ளலாம். 319.4 என்ற எண்ணில் (இஃது அலைநீளம்) முள் வருமாறு கைப்பிடிக் குமிழைத் திருப்பினால் திருச்சி நிலைய நிகழ்ச்சிகள் கேட்கின்றன. அது 211 என்ற எண்ணில் (இஃது அலைநீளம்) வருமாறு திருப்பினால் சென்னை நிலைய நிகழ்ச்சிகள் செவிக்கு அமுது அளிக்கின்றன. இங்குக் குறிப்பிடப்பெற்ற இரண்டு எண்களும் நடுத்தர அலைகளின் நீளங்களைக் குறிக்கின்றன.

11. மின்னணுக்கள்

உலகிலுள்ள பொருள்கள் யாவும் அணுக்களால் அமைந்திருக்கின்றன என்பதையும் அந்த அணுக்கள் எல்லாவற்றிலும் **மின்னணுக்கள்** (electrons) பொருந்தி யிருக்கின்றன என்பதையும் நாம் அறிவோம். தக்க முறைகளைக் கையாண்டால் பொருள்களிலிருந்து சில மின்னணுக்களைப்



படம் 21. அரக்குக் கோலைக் கம்பளியால் தேய்த்தல்.

பெயர்த்து எடுத்துவிடலாம். தக்க பொருள்களைக்கொண்டு தக்கவாறு ஒன்ருேடொன்று அழுத்தித்தேய்ப்பது ஒருமுறை. உரித்தமாதுளம் பழத்தின் உட்புறத்தை விரலால் அழுத்தித் தடவி விரைகளை உரித்து எடுப்பதுபோலவே பொருள்களிலிருந்து தேய்ப்பிஞல் மின்னணுக்களைத் தேய்த்து எடுத்துவிடலாம்!

கம்பளித் துணியால் அரக்குக்கோலைத் தேய்க்கின்றோம். கம்பளியிலிருந்து சில மின்னணுக்கள் பெயர்ந்து அரக்குக் கோலில் வந்து படிகின்றன. ஆதலால் அரக்குக்கோல் எதிர் - மின்னூட்டத்தைப் பெறுகின்றது; கம்பளியும் அங்ஙனமே நேர்-மின்னூட்டத்தை அடைகின்றது. அரக்குக் கோலின் அருகில் ஓர் அலுமினியத் தகடு பொதிந்த தக்கையைக் கொணர்ந்தால் அரக்குக் கோலிலிருந்து சில மின்னணுக்கள் தக்கையில் பாய்ந்து ஏறும். இப்பொழுது அரக்குக் கோலில் முன்னிருந்த அளவு எதிர் மின்னணுக்கள் இராமல் குறைந்து போகும்.

திருப்பதி புகைவண்டி நிலையத்தில் புரட்டாசியில் நடைபெறும் திருவிழாவுக்கு மக்கள் ஏராளமாக வந்து திரும்புகின்றனர். அவர்கள் புகைவண்டி நிலையத்தில் நிற்கும் வண்டிப் பெட்டிகளில் சௌகர்யமாக இடம் கிடைக்காமல் அளவுக்குமீறி ஏறி நெருக்கி உட்கார்ந்து கொண்டிருக்கின்றனர். அதிகக் கூட்டத்தைக் கண்ட புகைவண்டி அதிகாரிகள் ஒரு காலிப் பெட்டி ஒன்றை வண்டித் தொடரோடு சேர்க்கின்றனர் என்று வைத்துக் கொள்வோம். என்ன நேரிடும்? நெருக்கம் அதிகமாயிருந்த பெட்டிகளில் கதவோரங்களில் உட்கார்ந்திருக்கும் மக்கள் அவசர அவசரமாகக் கீழிறங்கி ஓடிப்போய்க் காலியாக

இருக்கும் பெட்டியில் ஏறிக்கொள்வர். நெருக்கம் மிக்க பெட்டிகளில் நெருக்கம் குறையும். இப்பொழுது ஆளின்றிக் காலியாக இருந்த வண்டியில் ஆட்கள் நிறையும்.

மேற்கூறிய செயலைப்போலவே அரக்குக் கோலிலும் நடை பெறுகின்றது. அரக்குக் கோலில் மின்னணுக்கள் கூட்டமாகக் கூடியிருக்கின்றன. இதன் அருகில் கொண்டுவரப்பெற்ற தக்கையில் சமயம் கிடைத்ததென்று புதுப்பெட்டியில் மக்கள் பாய்ந்து ஏறுவதுபோல் மின்னணுக்கள் பாய்கின்றன. அரக்குக் கோலில் எதிர்-மின்னூட்டம் குறைகின்றது. நடுநிலைமையுடனிருந்த தக்கை எதிர் - மின்னூட்டம் உடையதாகின்றது.

குளிர் காலத்தில் ஒருநாள் நாம் நம்முடைய காலடிகளைத் தரையில் விரிக்கப்பெற்றுள்ள கம்பளத்தில் தேய்த்து நம்முடைய கையால் கதவிலுள்ள உலோகக் குமிழைத் தொடுகின்றோம். உடனே நாம் அதிர்ச்சியை அடைகின்றோம். ஒரு மின்பொறி நம்முடைய கையிலிருந்து குமிழுக்குத் தாவுவதையும் சில சமயம் நாம் கண்ணால் காணலாம். அரக்குக் கோலிலிருந்து தக்கைக்குப் பாய்ந்த மின்னணுக்களைப் போன்றதே இது. நம்மைப் பொறுத்த வரையில் ஒரு வினாடியில்

இலட்சக் கணக்கான ஒருபங்கு நேரத்தில் மின் பொறி நம் கைவிரலிலிருந்து உலோகக் கைப் பிடிக்குத் தாவுகின்றது. அதன் பிறகு ஒன்றும் நடை பெறுவதில்லை. மின்னணுவைப் பொறுத்த வரையில் அது விரலிலிருந்து கைப் பிடிக்கும்,



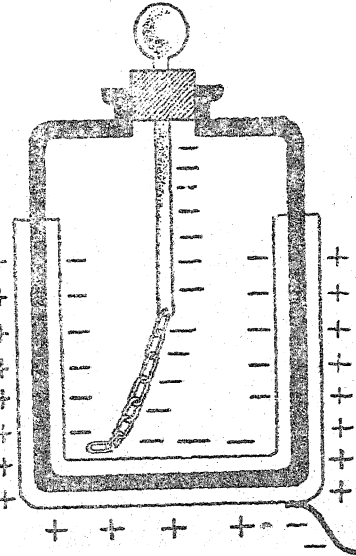
படம் 22. காலடிகளைக் கம்பளத்தில் தேய்த்துக் கதவிலுள்ள உலோகக் குமிழைத் தொடுதல்.

கைப்பிடியிலிருந்து விரலுக்குமாக மீண்டும் மீண்டும் மிகக் குறுகிய காலத்தில் ஆயிரக் கணக் கான தடவைகள் பிரயாணம் செய்கின்றது! அது செல்லுவதை நாம் கண்ணால் காணமுடியாது.

இந்தப் பொறி அவ்வளவு முக்கியமானதன்று. அது வெட்டவெளியில் உண்டாக்கும் அலையே மிகவும் முக்கியமானது. முன்னும் பின்னுமாக அசைந்து அது வானொலி அலைகளைப் போன்ற மிக நுண்ணிய அலைகளை உண்டாக்குகின்றது. இச்செயல் ஒரு விநாடியில் இலட்சக் கணக்கான பகுதியொன்றில் நடைபெற்று முடிந்தாலும் அந்தக் குறுகிய காலத்தில் நமது விரலிலிருந்து ஆயிரக் கணக்கான சிறிய அலைகள் கிளம்பி அறை முழுவதும் நிரம்பி விடுகின்றன. இதிலிருந்து ஒரு சிறு மின்பொறி வானொலி அலைகளை உண்டாக்கப் போதுமானது என்று தெரிந்துகொள்ளுகின்றோம்.

12. லெய்டன் சாடி

பல ஆண்டுகட்கு முன்னர் யாரோ ஒருவர் ஒரு கண்ணாடிச் சாடியின் உட்புறமும் வெளிப் புறமும் மெல்லிய வெள்ளீயத் தகட்டினால் போர்த் தார். சாடியின் தலைப் புறத்தில் ஓர் உலோகக் குமிழ் இருந்தது; இந்தக் குமிழின் உட் புறத்தில் ஓர் உலோகக் கம்பும் (rod) அதன் நுனியில் நெகிழ்வான சங்கிலியும் இருந்தன. சங்கிலி சாடியின் உட் புறத்தில் நன்கு படிந் திருந்தது.



படம் 23. லெய்டன் சாடி.

ஹாலந்து நாட்டில் **லெய்டன்** (Leyden) என்ற இடத்தில் இது முதன் முதலாகச் செய் யப் பெற்றதால் இது **லெய்டன் சாடி** (Leyden jar) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. இந்தச் சாடிக்கு ஓர் அதிசயமான தன்மை உண்டு. ஒரு நீர்த்தொட்டி நீரைச் சேகரம் செய்து வைப்பதைப்

போல் இது மின்சாரத்தைச் சேகரம் செய்து வைக்கின்றது. நாம் நீர்த்தொட்டியினின்று நீரை எடுக்க விரும்பினால் தொட்டியின் அடியில் ஒரு துவாரத்தை அமைக்கின்றோம்; அல்லது தொட்டியின் பக்கவாட்டின் அடிப்புறத்தில் திருகுடன் கூடிய ஒரு குழலை அமைக்கின்றோம். நாம் குழலின் திருகினைச் சுழற்றினால் தண்ணீர் வெளிவருகின்றது. தொட்டியில் நீர் இருக்கும்வரை குழலிலும் நீர் வந்துகொண்டிருக்கும்.

லெய்டன் சாடி ஒரு மின்னாக்கப் பொறியினைக் கொண்டோ, அல்லது மின்கலங்களைக் கொண்டோ மின்சாரம் ஏற்றப் பெறுகின்றது. இந்தச் சாடியினின்று நாம் மின்சாரத்தை அடைய விரும்பினால், நாம் இந்தச் சாடியின் உலோகக் குமிழின் மிக அருகில் வேறு ஓர் உலோகக் குமிழைக் கொண்டு வருகின்றோம். இப்பொழுது ஒரு குமிழிலிருந்து மற்றொரு குமிழுக்குப் பொறி முன்னும் பின்னுமாகத் தாவுகின்றது. அஃதாவது, நம்முடைய விரலுக்கும் கதவின் குமிழுக்கும் மிகச் சிறிய பொறி தாவியதுபோல இங்கும் தாவுகின்றது, ஆனால், இங்குப் பொறி முன்னும் பின்னுமாகப் போனவண்ண மிருக்கின்றது; சாடியில் சேகரம் செய்யப்பெற்ற மின்சாரம் இருக்கும் வரையில் இது நடைபெறும்.

இதிலிருந்து வெளியிடப்பெறும் அலைகளும் தொடர்ந்து வந்து கொண்டே இருக்கும். சாடியில் ஏராளமான மின்சாரம் இருக்குமானால், மின் பொறிகள் மிகத் தீவிரமாக இருக்கும்; ஆனால் அப் பொறிகள் முன்னும் பின்னுமாக மிகவேகமாகத் தாண்டிக் குறிப்பதில்லை. சாடியில் உள்ள மின் சாரம் மிகக் குறைந்திருக்குமாயின், மின்பொறிகள் வன்மையற்று இருக்கும்; ஆனால், அவை முன்னும் பின்னுமாக வேகமாகத் தாண்டிக் குதிக்கும். வெளிப்படும் அலைகளும் இதில் சேகரம் செய்யப் பெற்றுள்ள மின்சாரத்தின் அளவினைப் பொறுத் திருக்கும். இந்த அலைகளும்—வானொலி அலை களைப் போலவே—உண்மையில் இடப்பரப்பில் நேர் - மின்சாரம், எதிர்-மின்சார ஆற்றல்களாக மாறிமாறிப் போய்க்கொண் டிருப்பவையே யாகும். இவையும் கடும்வேகத்தில் பிரயாணம் செய்து சுவர்கள், கதவுகள், மூடிய சாளரங்கள் போன்ற அனைத்தையும் ஊடுருவிச் செல்ல வல் லவை என்பதை நாம் நினைவிலிருத்த வேண்டும்.

லெய்டன் சாடி மின்சாரத்தை வைத்துக் கொண்டிருப்பதன் திறன் அதுகொண்டுள்ள வெள்ளீயத் தகட்டினைப் (tin foil) பொறுத்தது; வெள்ளீயத் தகடு அதிக மிருப்பின், அது மின் சாரத்தைக் கொள்ளும் திறனும் அதிகமாகப்

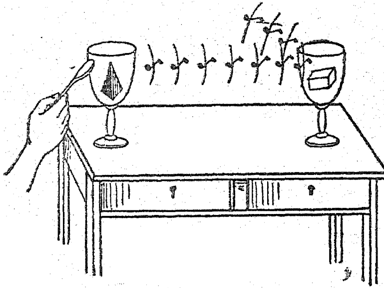
பெற்றிருக்கும். சாடியினுள் வெள்ளீயத் தகடுகளை மேலும் கீழுமாகச் சாளரப்பலகைகளைப் போல வரிசையாக அடுக்கக் கூடுமாயின், அதற்கேற்ற வாறு சாடியின் மின்சாரத்தைக் கொள்ளும் திறனும் மாறுபடும். சாடியினின்று வெளிப்படும் மின்பொறிகளும் உறைப்பிலும் அதிர்விலும் மாறுபடச் செய்யும். இவ்வாறு அந்த வெள்ளீயத் தகடுகளைச் சாடியின் பக்கங்களில் மேலும் கீழுமாக நகரச் செய்து மின்பொறிகளையும் மாறச் செய் தால், உண்மையில் நாம் என்ன செய்கின்றோம்? மின்பொறிகள் உண்டாக்கும் வானொலி அலை களின் அதிர்வுகளை அல்லது அதிர்வு-எண்ணை மாற்றுகின்றோம்.

லெய்டன் சாடி என்பது ஒருவகை **மின் தங்கி** (condenser) ஆகும். சாடியில் வைக்கப் பெற்றுள்ள தகடுகளில் ஏறும் மின்சாரத்தின் அளவை இரண்டு விதமாக அதிகப்படுத்தலாம். வெள்ளீயத் தகடுகளின் அளவை, அஃதாவது பரப்பை, அதிகப்படுத்தினால் அப்போது மின் சாரத்தின் அளவு மிகும். இரண்டு தகடுகளுக் கிடையேயுள்ள தூரத்தைக் குறைத்தாலும் மின்சாரத்தின் அளவு அதிகமாகும்.

13. ஒத்த அதிர்ச்சி

ஒருவர் பேசும்பொழுது அவருடைய குரல் வளையிலுள்ள குரல் - நாண்கள் அதிர்கின்றன. இந்த அதிர்ச்சி நாலாபக்கங்களிலும் வேலைத் திறனைப் பரப்புகின்றது. பரவிய வேலைத்திறனும் நம்முடைய காதையடைந்து காதிலுள்ள செவிப் பறையைத் தாக்குகின்றது. தாக்கி அதனை அதிரவும் செய்கின்றது. பேசுபவர் வேலைத் திறனை வெளியிடுகின்றார்; கேட்பவர் அதனை ஏற்றுக்கொள்ளுகின்றார். அசைந்தாடி அதிரும் பொருள் ஒவ்வொன்றும் இவ்வாறு செய்ய வல்லது.

ஒரு மேசையின்மீது ஒரு பக்கத்தில் ஒரு கண்ணாடிக் கோப்பை உள்ளது. அதற்கு நேர் எதிர்ப்பக்கத்தில் அதே மாதிரியான மற்றொரு கண்ணாடிக் கோப்பை உள்ளது. ஒரு பக்கத்துக் கோப்பையை ஒரு சிறிய கரண்டியைக் கொண்டு தட்டினால், அதில் உண்டாகும் சுருதியைப் போலவே



படம் 24. மேசையின்மீது இரு கோப்பைகள்.

அடுத்த பக்கத்திலுள்ள கோப்பையிலும் உண்டா வதைக் காணலாம். வேண்டுமானால், நாம் இதனைச் செய்தும் பார்க்கலாம். ஒத்த அதிர்ச்சி நிலையையுடைய இரண்டு பொருள்களுள் ஒன்று அதிரும்பொழுது மற்றொன்றும் அதிலிருந்து சக்தியை ஏற்று அதிரும். இந்த நிகழ்ச்சிதான் **ஒத்த அதிர்ச்சி** (resonance) என்று வழங்கப் பெறும். மேசையின்மீதுள்ள இரண்டு கண்ணாடிக் கோப்பைகளும் ஒத்த அதிர்ச்சியை உடையவை என்று சொல்லலாம். அந்த இரண்டு கோப்பை களும் ஒரே அலை நீளமுள்ள ஒலிக்கு இணங்கச் **சுருதி செய்யப்பெற்றவை** (tuned) யாகும். நாம் தட்டின கோப்பையிலிருந்து வெளியேறின ஒலி யலைகள் அடுத்த கோப்பையை நோக்கிப் பிரயா ணம் செய்து அதனைத் தாக்கும்பொழுது அந்தக் கோப்பையும் அதே அதிர்வுகளில் அசைந்து ஒத்த சுருதியை யுண்டாக்கின. இக் கூறிய செயல் நிகழ்வதற்கு இரண்டு முக்கியக் கூறுகள் இன்றியமையாதவை. ஒன்று, வேலைத்திறனை வெளிவிடும் பொருளும் அதனை ஏற்கும் பொருளும் அதிரும் பொருளாக இருக்கவேண்டும். மற்றொன்று, அப் பொருள்களின் அதிர்ச்சி நேரமும் கால அளவில் ஒத்திருக்க வேண்டும்.

மேற் கூறப்பெற்ற ஒத்த அதிர்ச்சி எனப்படும் இந்த நிகழ்ச்சிக்கு எத்தனையோ எடுத்துக்காட்டுக்

களைத் தரலாம். மரத்தில் கட்டித் தொங்க விட்டிருக்கும் ஊஞ்சலில் ஒருவன் ஆடுகின்றான் என்று வைத்துக் கொள்வோம். அவன் அதே நிலையிலிருக்கும்பொழுது அவன் நண்பன் ஒவ்வொருதடவையும் ஊஞ்சலைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகத் தள்ளிவிடுகின்றான். இப்போது ஊஞ்சல்



படம் 25. ஊஞ்சலில் ஆடுவோன் ஆடும் வேகத்தை அதிகரித்தல்.

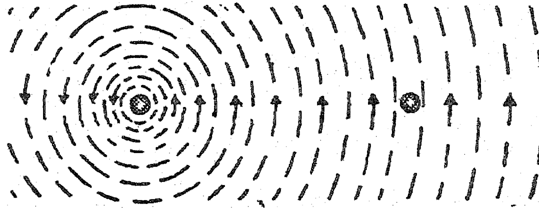
சிறிதுசிறிதாக வேகமாகவும் உயரமாகவும் ஆடும். ஊஞ்சலில் ஆடுவோன் தன் கால்களைக் கீழே உதைக்காமலும் தன் நண்பனை ஆட்டச் சொல்லாமலும் தன் ஊஞ்சலை வேகமாக ஆட்டமுடியும். ஊஞ்சலின்மீது நின்று கொண்டே அவன் ஊஞ்சற் பலகையை உந்தி உந்தி உதைத்தால் ஊஞ்சல் வரவர வேகமாக ஆடும். ஆனால்,

தோன்றியபடியெல்லாம் பலகையை உதைத்தால் ஊஞ்சல் வேகமாக ஆடாது; அதனுடைய ஆட்ட வேகம் குறையினும் குறையலாம். ஊஞ்சலின் ஆட்டத்திற்கு ஏற்ப, ஒழுங்காக, உந்தி உந்தி உதைத்தால் ஒவ்வோர் உதையிலும் ஊஞ்சலின் வேகம் அதிகரித்து வருவதைக் காணலாம்.

ஒரு சமயம் ஊஞ்சற் பாலம் ஒன்றில் அணிவகுத்த காலாட்படைகள் அணியணியாக ஒன்று போலக் காலடி எடுத்துவைத்து நடந்து கொண்டிருந்தன. அந்தப் பாலத்தின் அசைவு நேரமும் அவர்கள் ஒழுங்காகக் காலடி எடுத்து வைத்து வரும் நேரமும் ஒத்திருந்தது. பாலமும் சிறிது சிறிதாக ஆடத்தொடங்கி, மிகவும் வேகமாக ஆடியது; அது புயலில் அகப்பட்ட படகைப்போல் ஆடியது; படைவீரர்கள் அதன் மீது நிற்க முடியாதவர்களாய்க் கீழே விழுந்தனர்.

இங்ஙனம் பல எடுத்துக்காட்டுக்கள் தரலாம். இத்தகைய அற்புத குணம் வானொலியில் ஒரு முக்கியக் கூறாக இருந்து பெரிதும் பயன் படுகின்றது. வானொலி அலைகள் எல்லாத் திக்குகளிலும் பரவிச் செல்லுகின்றன. இவை நமது வீட்டிலுள்ள வான் கம்பியைத் தாக்குகின்றன. இந்தக் கம்பி, தான் பெறும் அலைகளின் அதிர்ச்சிக்கு ஒத்தவாறு அதிரும்படி அமைந்திருந்தால், அதில் '**ஒத்த நிகழ்ச்சி**' என்னும் செயல் தோன்

றும். அப்பொழுது அஃது ஒவ்வோர் அலையும் கொண்டுவரும் சிறிய அளவுள்ள சக்தியைச் சிதறா மல் ஏற்கின்றது. ஒவ்வோர் அலையும் கொண்டு



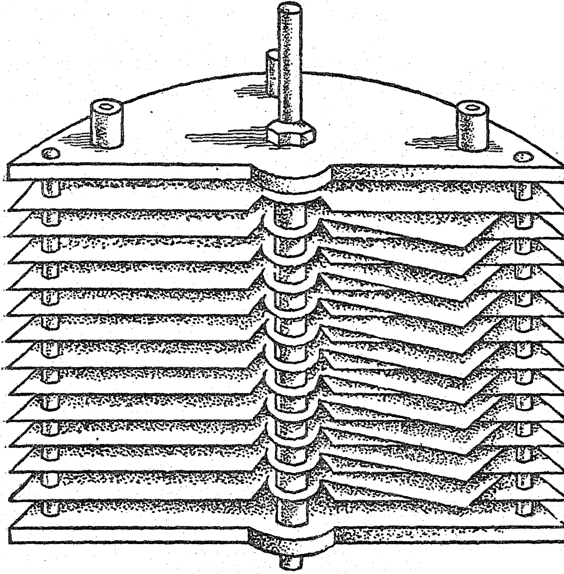
படம் 26. ஓர் ஊரிலுள்ள வான் கம்பியிலிருந்து வட்டமிட்டுச் செல்லும் அலைகள் மற்றோர் ஊரிலுள்ள வான் கம்பியைத் தாக்குதல்.

வரும் சிறிய அளவு சக்தியை ஒவ்வொரு தடவை யும் சிறிது சிறிதாக ஏற்றுக்கொண்டு—பல துளி பெருவெள்ளமாவது போல்—சக்தி சிறிது சிறி தாக அதிகப்பட்டுக் கொண்டே வரும். அங்ஙனம் வந்ததும் அதனிடத்தே 'ஒத்த அதிர்ச்சி' தோன் றும். அந்த அதிர்ச்சியினின்று ஒலி முதலிய பிற விளைவுகள் உண்டாகும். ஓர் ஊரிலுள்ள வான் கம்பியிலிருந்து வட்டமிட்டுச் செல்லும் அலைகள் மற்றோர் ஊரிலுள்ள வான்கம்பியைத் தாக்கு வதைப் படம் விளக்குகின்றது.

14. சுருதி செய்தல்

ஒருவர் வீட்டில் ஆறு அறைகள் இருக்கின்றன. ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒவ்வொருவர் இருக்கின்றனர். அவர்களிடம் ஒவ்வொரு லெய்டன் சாடி இருக்கின்றது. ஒவ்வொரு சாடியிலும் உள்ள வெள்ளீயத் தகடுகளின் அளவு வேறுபட்டது. இதனால் ஒவ்வொரு சாடியின் அதிர்வு அல்லது அலையின் அதிர்வு-எண் மாறுபட்டிருக்கும் என்பது வெளிப்படை. ஏனெனில், ஒவ்வொரு சாடியிலுமுள்ள வெள்ளீயத் தகடு அளவில் மாறுபட்டுள்ளதல்லவா? ஒருவர் தம்முடைய சாடியிலுள்ள கைப்பிடிக் குமிழைத் திருகி அதிலுள்ள வெள்ளீயத் தகட்டினைச் சாளரத்தின் பலகைகளைப் போல மேலும் கீழுமாக அசையச் செய்து தம்முடைய வெள்ளீயத் தகட்டின் அளவினை வெவ்வேறு ஐந்து தடவைகளில் ஏனைய ஐந்து பேரின் சாடிகளிலுள்ள தகடுகளின் அளவுகளுக்குச் சமமாக வருமாறு செய்யலாம். அஃதாவது, அவருடைய சாடியைத் தனித்தனியாக ஒவ்வொருவருடைய சாடியுடனும் **"சுருதி செய்ய"** (tuning) முடியும். இங்ஙனம் இரண்டு சாடிகளில் தோன்றும் மின்னோட்டத்தின் சுற்று நேரங்களை ஒன்றாக ஒத்திருக்கும்படி செய்வதைத்தான் **சுருதி செய்தல்** என்று பேசுகின்றோம்.

மேற்குறிப்பிட்ட செயல் வானொலி இயங்குவதில் காணலாம். வானொலியில் எத்தனையோ நிலையங்களிலிருந்து பேச்சும் இசையும் ஒரே சமயத்தில் ஒலிபரப்பப்பெறுகின்றன. அவை ஒன்றோடொன்று கலந்து பின்னிப் பல திக்கு



படம் 27. மின்தங்கி

களிலும் வட்டமிட்டுச் செல்லுகின்றன. இவை யாவும் நம்முடைய வீட்டிலுள்ள வான்கம்பியில் தாக்குகின்றன. நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியிலுள்ள ஒரு கைப்பிடிக் குமிழைத் திருகி நம் பெட்டியின் உள்ளே யிருக்கும் மின்தங்கியின்

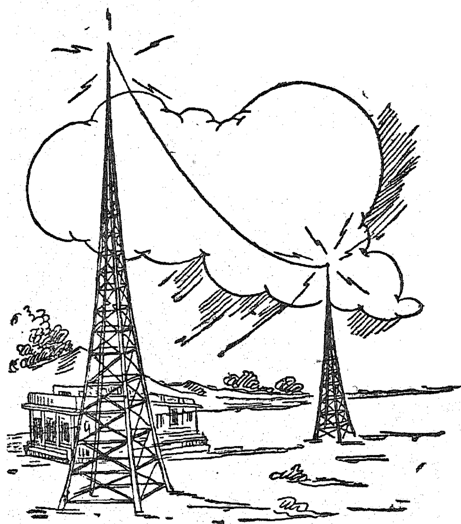
திறனை மாற்றிக்கொண்டே வருகின்றோம். மின் தங்கியின் அமைப்பும் லெய்டன் சாடியின் அமைப்பினைப் போன்றது. மின் தங்கியின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பெற்றிருக்கின்றது. கைப்பிடிக் குமிழைத் திருகி நமக்கு வேண்டிய அலையின் அதிர்வு-எண்ணைப் பெறலாம். நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியின் அதிர்வு-எண்ணும் நாம் விரும்பும் நிலையத்திலிருந்து வரும் அலையின் அதிர்வு-எண்ணும் ஒன்றுகும்போது நிகழ்ச்சிகளை நாம் கேட்கின்றோம்.

15. வாகன அலைகள்

ஒலி பரப்பும் நிலையங்களிலிருந்து வரும் **வானொலி அலைகள்** (radio waves) மிக வேகமான அதிர்வுகளைக் கொண்டுள்ளன என்பதை நாம் நினைவில் வைக்கவேண்டும். இந்த அலைகளின் நேர் - மின்னூட்டங்களும் எதிர் - மின்னூட்டங்களும் விநாடியொன்றுக்கு 1,000,000 லிருந்து 10,000,000 தடவைகள் வரை மாறிமாறி அதிர்ந்து கொண்டுள்ளன. இந்த அதிர்வுகள் நம்முடைய வானொலிப் பெட்டிக்கு மிகவும் அதிக **வேகம்** என்றே சொல்ல வேண்டும். நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியினுள் நுழையும் வானொலி அலைகள் ஒலிபரப்பு நிலையங்களில் இரு திசை மின்னோட்டத்தால் உண்டாக்கப்பெற்று எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரவிக்கொண்டிருப்பவையாகும். இந்த இருதிசை மின்னோட்டம் முன்னர்க் குறிப்பிட்டபடி நம்முடைய கைவிரலிலிருந்து கதவிலுள்ள உலோகக் குமிழுக்குப் பாய்ந்த பொறியைப் (spark) போன்றது.

ஒரு கம்பியினுள் மின்னணுக்கள் (electrons) தொடர்ச்சியாக ஓர் அருவிபோல் நகர்ந்து செல்வதைத்தான் **மின்னோட்டம்** என்று நாம் குறிப்பிடுகின்றோம். இங்ஙனம் மின்னணுக்கள் ஒரே திசையில் நகராமல் விநாடியொன்றுக்கு இலட்சக் கணக்

கான தடவைகள் திசைமாறிச் சென்று கொண்டிருந்தால் அதை இருதிசை மின்னோட்டம் (alternating current) என்று கூறுகின்றோம். முதலில் நேர்-மின்னோட்டம், அடுத்து எதிர்-மின்னோட்டம் என்று இங்ஙனம் நேர்-மின்னோட்டம் எதிர்-மின்னோட்டமாக மாறிக்கொண்டிருப்பது இது. ஓர் அசையும் படத்தில் (movie) தனிப்படத்தைக் காணமுடியாததைப் போலவே, இந்த மாற்றங்களைத் தனியாகப் பிரித்து அறியமுடியாது.



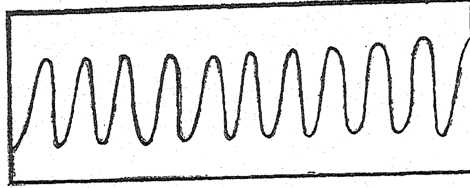
படம் 28. ஒலி பரப்பும் வான்கம்பிகளும், வான்கம்பித் தூண்களும்.

நூறு அல்லது நூற்றைம்பது அடி உயரத்தில் தூண்களை நிறுத்தி அவற்றின் குறுக்காகவுள்ள

பல செப்புக் கம்பிகளிடையே இந்த மாறுமின் னேட்டத்தை அனுப்புகின்றனர்; அங்கிருந்து அது வெட்டவெளியில் எம்மருங்கும் பரவு கின்றது. இந்த மின்னேட்டம் கம்பியினுள் அனுப்பப்பெறுவதற்கு முன்னர் பல பெரிய **வெற்றிடக்குழல்களை** (vacuum tubes) கொண்டு அது மிக வன்மையானதாக ஆக்கப்பெறு கின்றது. இது குறுக்குக் கம்பித் தொகுதியி னின்று வெளிப்படுங்கால் இருதிசை வானெலி அலைகளை உண்டாக்குகின்றது.

ஒலிவாங்கியின் முன்னர் ஒருவர் வந்து பாடவோ அல்லது பேசவோ தொடங்குவதற்கு முன்னர் ஒலி பரப்பும் கருவி வெறும் வெட்ட வெளியில் அலைகளை வீசிக்கொண்டிருக்கும். இந்த அலைகள் உயரத்திலும் நீளத்திலும் ஒன்றுபோல் இருக்கும். இந்த அலைகள் நாலாபக்கங்களிலும் பரவிச் சென்றுகொண்டிருக்கும். இந்த அலைகள் விஞடியொன்றுக்கு 1,86,000 மைல் வீதம், அதாவது முப்பதுகோடி மீட்டர் வீதம் செல்லும். அலையின் வேகத்தை அதிர்வு-எண்ணுல் வகுத்தால் **அலைநீளம்** கிடைக்கும். அலைவேகம் முப்பது கோடியாகவும், அதிர்வு எண் பத்து இலட்ச மாகவும் இருந்தால் அலைநீளம் $= \frac{30{,}0000000}{1{,}000{,}000} = 300$ ஆக இருக்கும். எனவே, ஒரு நிலையத்திலிருந்து இயற்றும் அலைகளின் அதிர்வு-எண் பத்து இலட்ச

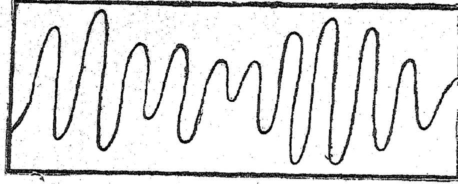
மாக இருந்தால், அந்தநிலையத்திலிருந்து ஒவ்வொரு விநாடியிலும் 300 மீட்டர் நீளமுள்ள பத்து லட்சம் அலைகள் வானவெளியில் பரப்பப் பெற்றுக் கொண்டே இருக்கும். இந்த அலைகள்தாம் ஒருவர் பேசும் பேச்சினையும் பாடும் பாட்டையும் சுமந்து செல்லுகின்றன; பேச்சிற்கும் பாட்டிற்கும் வாகனமாக அமைகின்றன.



படம் 29. வாகன அலைகள்.

இப்பொழுது ஒலிவாங்கியின்முன்னே ஒருவர் உட்கார்ந்து பாடுகின்றார் என்று கருதுவோம். இப்பொழுது அலைகளின் தன்மை மாறுபடும். பாடுவோரின் குரலின் மாறுபாடுகளுக்கு ஏற்ப அலைகளின் **உயரம்** மட்டிலும் மாறுபடும்; அலை நீளம் மாறுபடாது. பாடுவோரின் குரல் மாறுபாடு களுக்கேற்ப ஒலிவாங்கியின் உட்புறத்தில் தோன்றும் மின்னோட்டத்தின் வன்மை மாறுபடுவதால், அலைகளின் உயரம் மாறுபடுகின்றது. இந்த அலைகளை **மாறலைகள்** (modulated waves) என்று வழங்குவர். பாடகரின் குரலில் தோன்றும் மாறு பாடுகள் அனைத்தையும் வானொலி அலைகள் ஏற்றுச்

சுமந்து செல்லுகின்றன. ஆகவே, அந்த அலைகள் **வாகன அலைகள்** (carrier waves) என்று வழங்கப்



படம் 30. மாறலைகள்.

பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு நிலையத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வாகன அலை உண்டு. சில ஒலிபரப்பு நிலையங்களில் இரண்டு மூன்று வாகன அலைகளை யும் ஏற்படுத்திக்கொள்வதுண்டு. சில சமயம் இந்த அலைகள் ஒன்றையும் சுமந்து செல்லா; ஆனால், பெரும்பாலான சமயங்களில் **ஒலியலைகள்** அவற் றின்மீது "ஏறிச்" செல்லும். இது மக்கள் ஏறிச் சென்றாலும் செல்லாவிட்டாலும் தொடர்ந்து நகர்ந்துகொண்டே இருக்கும் மாடிப்படிக்கட்டி னைப் (stairway) போன்றது என்று சொல்லலாம்.

நூற்றுக் கணக்கான வெவ்வேறு வாகன அலைகள் ஒன்றாகக் கலந்து நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியினை அடையும்பொழுது அவை மிகவும் வலுவற்றிருப்பதால் அவற்றால் யாதொரு பயனும் இல்லை. அவை ஒலிபெருக்கியிலுள்ள மின்காந் தத்தினுள் அனுப்பப்பெற்றாலும் யாதொரு

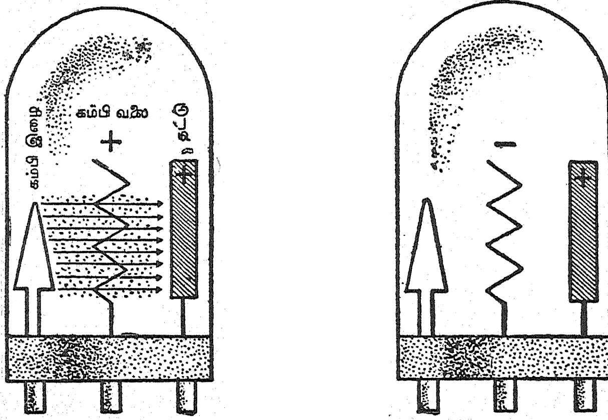
விளைவும் நேரிடாது; அதில் சிறிதும் ஒலியே தோன்றாது. ஒரு பெரிய குளத்திலுள்ள நீரலைகள் குளத்தின் கரையை அடையும்பொழுது மறைவதைப்போல் அவையும் மறையத்தொடங்கும். அந்த அலைகளைத் தனித்தனியாகப் பிரித்து வன்மையுடையனவாகச் செய்தாலும், அவை ஒலி பெருக்கியில் யாதோர் ஒலியையும் உண்டாக்கா. காரணம், அவை விநாடியொன்றுக்கு இலட்சக் கணக்கான தடவைகள் வீதம் வேகமாக அதிர்வதும், நம்முடைய காதுகள் விநாடியொன்றுக்கு 20,000 தடவைகளுக்குமேல் கேட்கமுடியாததுமே இதற்குக் காரணங்களாகும்.

இந்த வானொலி அலைகளைக்கொண்டு நம்முடைய ஒலி பெருக்கியில் ஒலியை உண்டாக்க வேண்டுமானால் நாம் மூன்று பெரிய பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வுகாணவேண்டும். **ஒன்று** - இந்த வாகன அலைகளைத் தனித்தனியாகப் பிரித்து, ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வு-எண்ணைக்கொண்டதை மட்டிலும் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும். லெய்டன் சாடிகளைப் பற்றிக் கூறும்போதும் அவற்றை எவ்வாறு சுருதிசெய்வது என்பதுபற்றிக் கூறும்போதும் இது எப்படி செய்யப்பெறுகின்றது என்பதைக் கண்டோம். **இரண்டு** - இந்த மிகச்சிறிய வலுவற்ற அலைகளை வலுவடையச் செய்தல் வேண்டும்; இல்லாவிடில் அவை பயனற்றுப் போகும். **மூன்று**-

வாகன அலையிலிருந்து ஒலி அலையைப் பிரிக்க வேண்டும். இந்த ஏற்பாடுகளைச் செய்த பிறகு தான் ஒலிவாங்கியின்முன் ஒருவர் பாடிய பாட்டினை நம்முடைய ஒலிபெருக்கியில் கேட்கலாம்.

16. அதிசய வெற்றிடக் குழல்கள்

தற்காலத்தில் உலகெங்கும் அருவினை புரிந்து வரும் வானொலியும் (Radio), தொலைக் காட்சியும் (Television) **'வெற்றிடக் குழல்கள்'** எனப்படும் இந்தப் புதுப்புனைவினால் செயற்படுகின்றன. நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியில் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வெற்றிடக் குழல்கள்



படம் 31. வெற்றிடக் குழல்.

இருக்கின்றன. ஆனால், வெற்றிடக் குழல்கள் என்ன செய்கின்றன? அவை செயற்படுவதெங்ஙனம்? அவற்றின் அவ்வளவு முக்கியத்துவம் தான் என்ன?

ஒலியுணர் கருவி அமைப்பிலிருந்து நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியினுள் புகும் வலுவற்ற

வானொலி அலைகளை வலுவுடையனவாகச் செய்தலே வெற்றிடக் குழலின் முக்கியப் பணியாகும். இக்குழல் ஒரு விநோதமான மின்விளக்குக் குமிழைப் போன்றது. இக்குழலின் காற்று முழுவதும் அகற்றப்பெற்றிருப்பதால் இது 'வெற்றிடக்குழல்' எனப் பெயர் பெற்றது.

வெற்றிடக் குழலினுள் ஒளிவிடும் கம்பி-இழை ஒன்று உள்ளது; இக் கம்பி - இழை மின் விளக்குக் குமிழின் கம்பி-இழையை விடப் பிரகாசத்தில் குறைந்திருக்கும். இதில் ஓர் உலோகத் தட்டு இருக்கின்றது. இஃது எப்பொழுதும் நேர் மின்சாரத்தால் நிறைந்திருக்கும். ஒளிவிடும் கம்பி - இழைக்கும் நேர் - மின்னூட்டம் பெற்ற தட்டிற்கும் இடையில் ஒரு சிறிய **வலைக்கம்பி** (grid) இருக்கின்றது. இஃது ஒரு மெல்லிய கம்பிச் சுருளாகவோ. அல்லது முழுதும் துளைகளிடப் பெற்ற ஓர் உலோகத் தகடாகவோ இருக்கலாம். இந்த வலைக்கம்பி நேராக **ஒலியுணர் கருவி அமைப்புடன்** (antenna) பொருத்தப் பெற்றுள்ளது. இஃது உள்ளே வரும் இருதிசை மின்னோட்ட வானொலி அலைகளை ஏற்கின்றது. எனவே, இந்தச் சிறிய வெற்றிடக் குழலில் ஒரு சூடான ஒளிவிடும் கம்பி - இழை, உள்ளே வரும் இருதிசை மின்னோட்ட வானொலி அலைகளால் ஊட்டம் பெற்ற ஒரு மெல்லிய வலைக்கம்பி, எப்பொழுதும் நேர்-

மின்னூட்டம் பெற்றுள்ள ஒரு சிறிய உலோகத் தகடு ஆகிய மூன்று பொருள்கள் இருக்கின்றன என்பதை அறிகின்றோம்.

குழலில் என்ன நடைபெறுகின்றது? சூடாக இருக்கும் கம்பி - இழை கோடானுகோடி மிகச் சிறிய, கண்ணால் காணமுடியாத, **மின்னணுக்கள்** (electrons) எனப்படும் எதிர் - மின்னூட்டம் பெற்ற அணுக்களை அனுப்புகின்றன. கம்பி-இழை சூடாக இருந்து ஒளிவிட்டுக் கொண்டிருக்கும் வரையில் அது மின்னணுக்களை அனுப்பிக் கொண்டே இருக்கும். இந்த மின்னணுக்கள் நேர் - மின்னூட்டம் பெற்ற தட்டினால் கவரப் பெறுகின்றன. ஒருவகை மின்னூட்டம் பெற்ற அணுக்கள் எப்பொழுதும் தம்மைத்தாம் விலக்கும் என்றும், மாறுவகை மின்னூட்டம் பெற்ற அணுக்கள் எப்பொழும் தம்மைத்தாம் கவர்ந்து நிற்கும் என்றும் நாம் அறிவோம் அல்லவா?

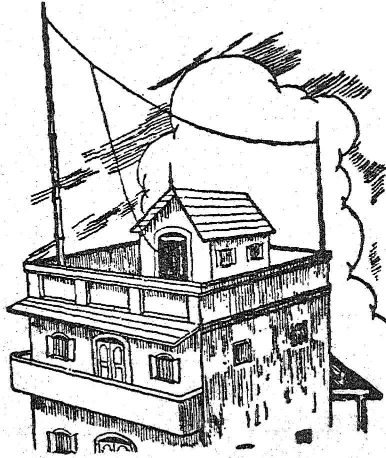
மேற்கூறியவாறு கம்பி-இழையினின்று நிலையாக ஓரருவிபோல் மின்னணுக்கள் பாய்ந்து செல்லும் வழியில் ஒரு வலைக்கம்பி இருக்கின்றது. இந்த வலைக்கம்பியோ விநாடியொன்றுக்கு இலட்சக்கணக்கான தடவைகள் நேர்-மின்னூட்டத்தையும்,எதிர்-மின்னூட்டத்தையும் மாறிமாறிப் பெற்றுக் கொண்டே இருக்கும். காரணம், இஃது இரு திசை மின்னோட்டமுள்ள ஒலியுணர் கம்பி அமைப்

புடன் பொருத்தப் பெற்றுள்ள தல்லவா? வலைக் கம்பி எதிர் மின்சாரத்தன்மை யுடனிருக்கும் பொழுது மின்னணுக்கள் விலக்கப்பெறுகின்றன. ஆகவே, அவை தட்டினை அடைதல் முடியாது. ஆனால், அஃது ஒரு விநாடியின் பத்து இலட்சத்தின் ஒருபகுதியின் காலத்தில் நேர்-மின்சாரத் தன்மையுடையதாகும்பொழுது மின்னணுக்கள் தட்டினை அடைவதோடன்றி அவற்றிற்கு ஓர் "உந்தலும்" தரப்பெறுகின்றது. இஃது ஊஞ்சலில் ஆடிக்கொண்டிருக்கும் ஒருவருக்கு ஊஞ்சல் நம் அருகே வருங்கால் தரும் உந்தலைப் போன்றது. ஆதலால், மின்னணுக்கள் உலோகத் தகட்டை வேகமாக மோதி அதிக வன்மையைப் பெறுகின்றன. ஊஞ்சலில் ஆடுவோர் நம்முடைய உந்தலால் மேன்மேலும் உயர்ந்து ஆடுவதைப் போலவே, தட்டிலிருந்து வெளியேறும் மின்னோட்டமும் அதிகவன்மையை அடைகின்றது. இந்த வன்மையான துடிப்புள்ள மின்னோட்டத்தை அதிகமான குழல்களுக்குள் அனுப்பி அதன் வன்மையை மேன்மேலும் அதிகரிக்கச் செய்யலாம். இவ்வாறு செய்வதால் மின்னோட்டத்தின் அதிர்வு-எண்ணில் நாம் தலையிடுவதில்லை. நாம் அலைகளை வன்மையுடையனவாகச் செய்கின்றோமேயன்றி அதிர்வு-எண்ணை அதிகரிக்கச் செய்வதில்லை. ஆகவே, ஒலிபரப்பு நிலையத்திலிருந்து

வரும் மிகவும் வன்மையற்றிருக்கும் சிறிய அலை
களை வெற்றிடக் குழல்களின் வழியாக அனுப்பி
அவற்றை அதிக வலுவுடையனவாகச் செய்கின்
றோம்.

17. நம்முடைய வானொலிப் பெட்டி

வாகன அலைகளும் அவற்றின்மீது இவர்ந்து வரும் ஒலியலைகளும் வன்மையாக்கப்பெற்று வானவெளியில் நாலா புறங்களிலும் பரவிவருகின்றன. நம்முடைய வீட்டின் கூரையின்மீதோ அல்லது வீட்டினுள்ளோ வைக்கப் பெற்றுள்ள **வான்கம்பிகள்** (aerials) அவற்றை ஏற்று நம்முடைய வானொலிப் பெட்டிக்குள் அனுப்பு



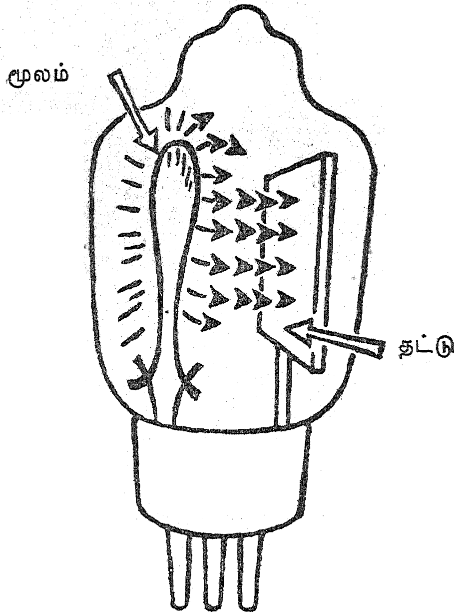
படம் 32. வீட்டின்மீதுள்ள வான்கம்பி.

கின்றன. இந்த அலைகளின் நீளம் நிலையத்திற்கு நிலையம் வேறுபடும் என்பதை நாம் அறிவோம்.

ஞானிகள் உலகிலுள்ள அனைத்தையும் மறந்து ஆண்டவனைக் குறித்துச் சிந்தனைசெய்து மன உறுதியுடன் அவனோடு ஈடுபட்டிருப்பர். நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியும் அந்த ஞானியின் நிலையில் உள்ளது. நாம் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையத்திலுள்ள நிகழ்ச்சிகளைக் கேட்கவேண்டுமென்று விரும்பி பெட்டியின் கைப்பிடிக் குமிழ்களை இயக்கித் தக்கவாறு சுருதிசெய்தால் (tuning) நம்முடைய பெட்டி அந்த நிலையத்திலிருந்து வரும் அலைகளை மட்டிலுமே ஏற்கும். சுருதி செய்யப்பெற்ற கருவி பிற நிலையங்களிலிருந்து வரும் அலைகளை ஏற்காது. மன உறுதியுடன் இருக்கும் ஞானிக்கு இறைவனுடைய அனுபவம் ஏற்படுவதுபோலப் பெட்டியும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையத்தின் நிகழ்ச்சிகளை நமக்குத் தருகின்றன.

நிகழ்ச்சிகளை நாம் கேட்கவேண்டுமானால் வாகன அலைகளினின்று, ஒலியலைகளைப் பிரிக்க வேண்டும். பிரித்துப் பெட்டியின் ஒலிபெருக்கியினுள் அனுப்பினால் பெட்டி மின்சார அதிர்வுகளை ஒலி அதிர்வுகளாக மாற்றும். இது பெட்டியிலுள்ள **ஒலியுணர் உறுப்பினால்** (detector) இயற்றப்பெறுகின்றது. ஒலியுணர் உறுப்பு என்பது, ஒரு வகை வெற்றிடக் குழலே. இந்த வெற்றிடக் குழலில் ஒளிவிடும் கம்பி-இழைக்கும் உலோகத் தட்டிற்கும் இடையில் வலைக்கம்பி (grid) இருக்

காது. மிக உயர்ந்த அதிர்வு-எண்ணையுடைய வாகன அலைகளின் இருதிசை மின்னோட்டம் மிகக் குறைந்த அதிர்வு-எண்ணையுடைய ஒருதிசை மின்னோட்டமாக (direct current) மாற்றப்பெறு



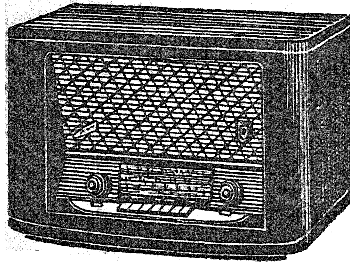
படம் 33. ஒலியுணர் உறுப்பு.

கின்றது. அலைகளின் அதிர்வுகளும் விநாடியொன்றுக்கு இலட்சக் கணக்கான தடவைகள் நேர் முனைக்கும் எதிர் முனைக்கும் மாறுவதற்குப் பதிலாக நேர் முனையை நோக்கியே ஓடி விநாடியொன்றுக்கு ஒருசில நூறு தடவைகளாகவே

அதிர்கின்றன. இப்பொழுது வாகன அலைகளின் துணையின்றியே ஒலியலைகள் தம்முடைய பணியை நிறைவேற்றுகின்றன. இந்த ஒலியலையும் நிலையத்தில் உயரமான கம்பிக்கு அனுப்பப்பெற்ற ஒலியலையும் அளவிலும் தன்மையிலும் ஒருமைப்பாடுடையது. அஃதாவது, இந்த அலை தொலைபேசியின் கம்பிகளில் அதிரும் அதிர்வுகளைப் போன்றே இருக்கின்றது. இது நம்முடைய வானொலிப் பெட்டியிலுள்ள ஒலிபெருக்கியின் மின்காந்தத்தினுள் நுழைவதற்கேற்ற வன்மையுடனும் இருக்கின்றது. இந்த அலை ஒலிபெருக்கியில் புகுந்ததும் காகிதக் கூம்பினுடன் பொருத்தப்பெற்றுள்ள உலோகத்தட்டினை அதிரச் செய்கின்றது. வானொலி நிலையத்தில் ஒலிவாங்கியில் நுழைந்த அதே ஒலிகள் இப்பொழுது ஒலிபெருக்கியிலிருந்து வெளிவருகின்றன. அங்கு ஒலிபரப்பப்பெறும் நிகழ்ச்சிகளை நாம் அனுபவிக்கின்றோம்.

இத்தனைச் செயல்களும் மிக விரைவாக நடைபெறுகின்றன. நிகழ்ச்சிகளை வானொலி நிலையத்திலுள்ளோர் கேட்கும் அதே சமயத்திலேயே நாமும் வீட்டிலிருந்தபடியே கேட்கின்றோம். ஏன்? ஒருவினாடியின் ஒரு சிறுபகுதிக்கு முன்னரே கூடக் கேட்கின்றோம்! வானொலி அலைகள் வினாடியொன்றுக்கு 1,86,000 மைல்கள் வீதமும் ஒலியலை

கள் வினாடியொன்றுக்கு 1,100 அடி வீதமும் செல்வதால், ஒலியலைகள் நிலையத்தின் ஒருபக்கத்திலிருந்து அடுத்த பக்கத்திற்குச் செல்வதற்குள் வானொலி அலைகள் வானவெளியில் வேகமாகப் பாய்ந்து நம் பெட்டியை அடைந்து விடுகின்றன.

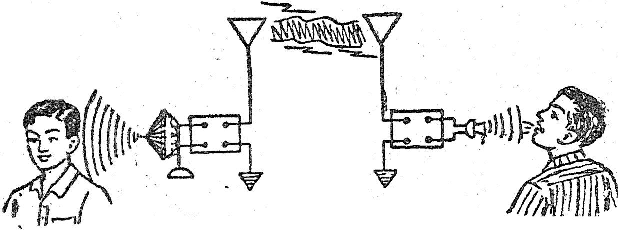


படம் 34. வானொலிப் பெட்டி.

நம்முடைய அறையிலுள்ள வானொலிப் பெட்டியின் ஒரு சிறு குமிழைத் திருகி அகில உலகங்களில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளையும் நாம் கேட்கின்றோம்! என்னே அறிவியலின் புதுமை!

18. வானொலி

இந்தச் சிறு புத்தகத்தில் நாம் பல செய்திகளைத் தெரிந்து கொண்டோம். நாம் இப்பொழுது சிறிதளவு குழம்பிய நிலையில் இருக்கலாம். இதுகாறும் அறிந்தவற்றைக் கொண்டு வானொலி செயற்படுவதைச் சுருக்கமாகக் கூறுவோம்.



படம் 35. வானொலி செயற்படுவதை விளக்குவது.

முதல் நிலை: வானொலி நிலையத்திலுள்ள (studio) அறையொன்றில் இசைக் கலைஞர் ஒருவர் ஒலிவாங்கியின் முன்னிருந்து பாடுகின்றார். ஒலிவாங்கியிலுள்ள மெல்லிய உலோகத் தகடு அதிர்கின்றது; அவ்வாறு அதிர்வதால் ச[illegible] பின்னாலுள்ள கரித்துணுக்குகளின் அமுககத்தில் மாறுதல்களை உண்டாக்கிக் கம்பிகளிலுள்ள மின்னோட்டத்தை மாறுபடச் செய்கின்றது.

இரண்டாம் நிலை: அதிரும் மின்னோட்டம் பல மைல்கள் தொலைவிலுள்ள ஒலிபரப்பும் நிலை

யதற்கு அனுப்பப்பெறுகின்றது. அதிரும் இந்த மின்னோட்டம் 'ஒலியலை' என்று வழங் கப் பெறுகின்றது.

மூன்றும் நிலை: இந்த 'ஒலியலை'—அஃதாவது அதிரும் மின்னோட்டம்—சில ஒலிக்குழல் களின் துணையினால் மிக வன்மையாக்கப் பெற்று மிக உயர்ந்த அதிர்வினைக் கொண்ட 'வாகன அலை'யுடன் சேர்த்து உயரமான கம்பிக்கு அனுப்பப்பெறுகின்றது. வாகன அலை வானவெளியில் நூற்றுக்கணக்கான மைல்களுக்கு ஒலியலையினைச் சுமந்து செல்லு கின்றது. ஒவ்வொரு நிலையத்திற்கும் இந்த அலையின்நீளம் வரையறை செய்யப்பெற் றிருக்கும். இது நகரும் படிக்கட்டினைப் போன்று சதா உயரமான கம்பிக்குப் போகும் வண்ணமிருக்கும். நிலையம் ஒலி பரப்பும் நிலையிலிருக்கும் வரையிலும் ("On the air") தன்மீது ஒலியலை இருந்தாலும் சரி, இல்லாவிட்டாலும் சரி, இஃது அந்தக் கம்பி யின்மீது இருந்துகொண்டே இருக்கும். வாகன அலை எப்பொழுதும் இருதிசை மின் னோட்டமாகவே இருக்கும். இது வினாடி யொன்றுக்கு இலட்சக் கணக்கான தடவை கள் அதிரும்.

நான்காம் நிலை : உயரமான கம்பியிலிருந்து ஒலி யலையினைச் சுமந்துகொண்டு செல்லும் வாகன அலை வானவெளியில் நாலா பக்கங்களிலும் பரவிச் செல்லுகின்றது. வேறு நிலையங்களி னின்று வரும் வாகன அலைகளும் இதனோடு கலக்கின்றன. இந்த அலைகள் யாவும் நம்மு டைய வானொலிப் பெட்டியின் வான்கம்பி யைத் (aerial) தாக்குகின்றன. அவை அவ் வாறு வரும் நிலையில் மிகவும் வன்மையற்று, பயனற்று, இருக்கின்றன.

ஐந்தாம் நிலை : நாம் பெட்டியிலுள்ள சிறு கைப் பிடிக் குமிழ்களைத் திருப்பி நமக்கு வேண்டிய அலையொன்றினைத் தேர்ந்தெடுத்துச் சுருதி செய்து கொள்ளுகின்றோம்.

ஆறும் நிலை : நாம் தேர்ந்தெடுக்கும் ஒலியலை யினைக்கொண்ட உயர்ந்த அதிர்வுடைய வாகன அலை நம்முடைய பெட்டியினுள் வருங்கால் மிகவும் வன்மையற்றிருக்கும். இந் நிலையில் இதனை ஒலி பெருக்கியினுள் அனுப்ப இயலாது. இது வெற்றிடக் குழல்களினுள் செலுத்தப்பெற்று மிகவும் வன்மையாக்கப் பெறுகின்றது. இது குழல்களினுள் போகும் பொழுது இருதிசை மின்னோட்டத்தின் மிக நுண்ணிய துடிப்புக்கள் யாவும் வன்மை யடைகின்றன. இதன்பிறகு இந்த மின்

ஓட்டம் ஒலிபெருக்கியினுள் புகுவதற்கு ஏற்ற நிலையை அடைகின்றது.

ஏழாம் நிலை : ஆனால், வன்மையான துடிப்பு அலை அதிகமாக அதிர்வதால் அஃது ஒலி பெருக்கிக்கு ஏற்றதாக இல்லை. அஃது அதனுள் புகுந்தாலும் அதனுடைய உலோகத் தகட்டை விநாடியொன்றுக்கு இலட்சக் கணக்கான தடவைகள் அதிரச்செய்யும்; ஆனால், யாதோர் ஒலியும் நமக்குக் கேட்காது. ஏனெனில், நம் காதுகள் அத்தகைய அதிர்வுகளைக் கேட்க முடியா. ஆகவே, அந்த அலையைச் செவி இயல் அதிர்வுடையதாகச் (audio frequency) செய்யவேண்டும்.

எட்டாம் நிலை : வாகன அலை இப்பொழுது ஒலியுணர் கருவி எனப்படும் ஒரு வெற்றிடக் குழலினுள் அனுப்பப்பெறுகின்றது. இக் குழல் இருதிசை மின்னோட்டத்தை ஒருதிசை மின்னோட்டமாக மாற்றுவதுடன் வாகன அலையின் அதிர்வு - எண்ணைச் செவி இயல் அதிர்வுக்குக் குறைக்கின்றது. இதனால் வாகன அலையினின்று ஒலி அலை பிரிகின்றது. இது மின்சாரத்துடிப்பு வடிவில் ஒலிபெருக் கியினுள் நுழையும் தகுதியுடன் உள்ளது.

ஒன்பதாம் நிலை : ஒலியலைகள் ஒலிபெருக்கியின் மின்காந்தத்தினுள் நுழைகின்றன. நுழைந்த

வுடன் காகிதக் கூம்பினுடன் பொருத்தப் பெற்றுள்ள உலோகத்தட்டினை அதிரச் செய்து ஒலியினை உண்டாக்குகின்றன. வானொலி நிலையத்திலுள்ள ஒலிவாங்கியி னுள்ள தட்டினைப் போலவே ஒலிபெருக்கி யின் தட்டும் கூம்பும் அதிர்கின்றன. நாம் நிலையத்தின் நிகழ்ச்சிகளை வீட்டிலிருந்த வாறே கேட்கின்றோம்.

இங்ஙனம் வானொலி நிலையங்களில் ஒலி பரப்பப்பெறும் நிகழ்ச்சிகளை வீட்டிலிருந்த வண்ணம் கேட்கமுடிகின்றது. என்னே வானொலி யின் அற்பகம்!

பின்னிணைப்பு

கலைச் சொற்கள் விளக்கம்

அகிலம் (Universe): வான வெளியில் கோள்கள், விண் மீன்கள் முதலிய அனைத்தும் அடங்கிய பகுதி.

அதிர்வு (Vibration): நாணற்குச்சி எடுத்துக்காட்டில் (பக்கம்–26) அது அதிருங்கால், அ என்னும் இடத்திலிருந்து ஆடத் தொடங்கி ஆ என்னும் இடத்தை அடைந்து, அங்கிருந்து புறப்பட்டு மீண்டும் அ என்னும் இடத்தை அடையும் ஆட்டமே 'அதிர்வு' எனப்படும். அஃதாவது, ஓர் அலையின் இயக்கமே இது.

அயனப் பாதை (Orbit): வான நூலில் சூரியனைச் சுற்றிக் கோள்கள் செல்லும் வழி; அணுவியலில், உட்கருவினைச் சுற்றி மின்னணுக்கள் செல்லும் பாதை.

அதிர்வு - எண் (Frequency): ஒரு வினாடியில் அலை த்தனை தடவைகள் அதிர்கின்றதோ அத்தனை தடவைகளே அதிர்வு - எண்' என்பது.

அலை (Wave): இயக்க நிலையிலுள்ள ஆற்றலின் ஒற்றை அதிர்ச்சியே இது.

அலை நீளம் (Wave length): இரண்டு அலைகட்கும் இடையேயுள்ள தூரம்; ஓர் அலையின் முகட்டிலிருந்து மற்றோர் அலையின் முகட்டிற்கு உள்ள தூரமே இது. அலையின் வேகத்தை அதிர்வு-எண்ணால் வகுத்தால் அலை நீளம் கிடைக்கும்.

இருதிசை மின்னோட்டம் (Alternating Current): மின்னணுக்கள் ஒரே திசையில் நகராமல் வினாடியொன்றுக்கு இலட்சக் கணக்கான தடவைகள் திசை மாறிச் சென்று கொண்டிருப்பது

இரு திசை மின்னோட்டம். முதலில் நேர்-மின்னூட்டம், அடுத்து எதிர் - மின்னூட்டம் என்று மாறிக்கொண்டிருப்பது இது.

ஊடகம் (Medium) : ஓர் அலை ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குச் செல்லுவதற்கு வழியாக அமையும் பொருள். (எ - டு.) ஒலி காற்று வழியாகவும், ஒளி வானி வழியாகவும் செல்லுகின்றன. காற்றும் வானியும் ஊடகங்கள்.

ஒத்த அதிர்ச்சி (Resonance) : ஒத்த அதிர்ச்சி நிலையையுடைய இரண்டு பொருள்களுள், ஒன்று அதிருங்கால் மற்றொன்றும் அதிலிருந்து சக்தியை ஏற்று அதிரும். இந்த நிகழ்ச்சியே 'ஒத்த அதிர்ச்சி' என்பது.

ஒலி அலைகள் (Sound Waves) : நாணற்குச்சி போன்ற ஒரு பொருள் அதிருங்கால் காற்றில் பரவும் அலைகளே ஒலி அலைகள் ஆகும். இவை விநாடியொன்றுக்கு 1100 அடி வீதம் சென்று பரவுகின்றன.

ஒலி பெருக்கி (Loud Speaker) : பேசுவோரின் பேச்சொலியைத் தொலைவிலுள்ளோரும் கேட்கும் வண்ணம் பெருக்கிக் காட்டப் பயன்படும் ஒருவகைச் சாதனம். இது மின்னாற்றலால் இயங்குகின்றது.

ஒலி வாங்கி (Microphone) : ஒலியாற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றக் கூடிய ஓர் அமைப்பு. சொற்பொழிவின் பொழுது பேசுவோரின் முன்னால் வைக்கப்பெறுவது.

ஒளி அலைகள் (Light Waves) : ஒளியும் அலை மூலமாகவே பரவுகின்றது. ஆனால் இதன் ஊடகம் வானி. இது விநாடியொன்றுக்கு 1,86,000 மைல் வீதம் சென்று பரவுகின்றது.

கம்பி-இழை (Filement) : நேர் முறையில் சூடாக்கப்பெறும் ஒரு மெல்லிய கம்பியாலாகிய எதிர் - மின் முனையே கம்பி - இழை.

காற்று மண்டலம் (Atmosphere): பூமியைச் சுற்றிலும் காற்று சூழ்ந்துள்ள பகுதியே இது.

சுற்று (Cycle): ஒரு மின் - காந்த அலையின் முற்றுப் பெற்ற அதிர்வே சுற்று என்பது. ஒலி பரப்பு நிலையத்திலிருந்து ஒவ்வொரு விநாடியிலும் வெளிவரும் அலைகளை இந்த அளவால் குறிப்பர்.

திசை காட்டி (Compass): கடலில் திசையறியவும், நில அளவுகட்கும் பயன்படும் ஒரு கருவி. இதிலுள்ள முள் வட திசையையே காட்டும்.

தொலைக்காட்சி (Television): ஓரிடத்தில் நடைபெறும் காட்சிகளைத் தொலைவிலுள்ளோரும் கண்டுகளிக்க அமைக்கப்பெற்ற அமைப்பு இது. வானொலி நிகழ்ச்சிகளைக் காதினால் அனுபவிப்பது போல் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளைக் கண்களினால் அனுபவிக்கலாம்.

தொலை பேசி (Telephone): ஓரிடத்திலிருப்போர் தொலைவிலுள்ளோரிடம் பேசுவதற்கான அமைப்பு. இது கம்பி வழியாகச் செல்லும் மின்னாற்றலின் துணையால் இயங்குகின்றது.

மாறலைகள் (Modulated Waves): பாடுவோரின் அல்லது பேசுவோரின் குரல் மாறுபாடுகளுக்கேற்ப ஒலிவாங்கியின் உட்புறத்தில் தோன்றும் மின்னோட்டத்தின் வன்மை மாறுபடுவதால், அலைகளின் உயரமும் மாறுபடுகின்றது. இந்த மாறுபட்ட அலைகளே 'மாறலைகள்'.

மின் - காந்தம் (Electro-magnet): மின்னாற்றல் பாயும் பொழுது காந்தமாக மாறக்கூடியதும் கம்பிகளால் சுற்றப் பெற்றதுமான தேனிரும்புத்துண்டு இப்பெயர் பெறுகின்றது.

மின் சுற்று (Electric Circuit): ஒரு மின்னோட்டம் செல்லக் கூடிய முற்றுப்பெற்ற வழி.

மின் தங்கி (Condenser) : மின்னூட்டங்களைச் சேகரித்து வைக்கக் கூடிய ஒருவகை அமைப்பு. இது வானொலியில் பயன் படுவது.

மின்னணு (Electron) : மிக மிக நுண்ணிய ஒரு வகை மின துணுக்கு ; எதிர் - மின்னூட்டத்தைக் கொண்டது. ஒரு கம்பி யில் மின்னணுக்கள் தொடர்ந்து செல்வதால்தான் மின்னோட் டம் உண்டாகின்றது. அணுவின் மையத்திலுள்ள உட்கருவி னைச் சுற்றி இத்துணுக்குகள் ஓயாமல் ஓடிக்கொண்டுள்ளன.

மின்னணுக்குழல் (Electron Tube) : செயற்படக் கூடிய மின்னணுக்கள் அடங்கிய குழலே மின்னணுக்குழல் என்பது. வானொலியிலும் தொலைக்காட்சியிலும் பெரிதும் பயன்படுவது.

மின்னாக்கப்பொறி (Dynamo) : மின்னாற்றலைப் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்ய உதவும் ஒரு கருவி அமைப்பு.

மின்னோட்டம் (Electric current) : ஒரு கம்பியினுள் மின்ன ணுக்கள் தொடர்ச்சியாக ஓர் அருவிபோல் நகர்ந்து செல்வதே மின்னோட்டம் என்பது. இவ்வணுக்கள் எதிர் - மின் முனையி லிருந்து நேர் - மின் முனையை நோக்கி நகர்கின்றன.

வலைக்கம்பி (Grid) : இது மின்னணுக்குழலின் ஒரு பகுதி. இது நேர் - மின் முனைக்கும் எதிர் - மின் முனைக்கும் இடையே செல்லும் மின்னணுக்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது.

வாகன அலைகள் (Carrier Waves) : ஒலியைப் பரப்பும் கருவியினின்று சதா வெளிப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் ஒரே உயர மூள்ள அலைகள் இவை. ஒலிவாங்கியின் முன்னிருந்து பாடு வோரின் அல்லது பேசுவோரின் ஒலி மாறுபாடுகளைச் சுமந்து செல்வதால் இப்பெயர் பெறுகின்றன.

வானி (Ether) : வான வெளியில் நிறைந்திருக்கும் கண் காணு ஒரு பொருள் ; இதைத் தொட்டு உணர முடியாது. இது

யாவற்றையும் ஊடுருவிச் செல்லவல்லது. நுண்ணிதினும் நுண்ணிய பொருள். வானொலியின் வாகனம்; ஒளியின் வாகனமும் இதுவே.

வானொலி அலைகள் (Radio Waves): மின் கடத்தியில்—அலைகளை உண்டாக்கும் கருவியில்—முன்பின்னாகத் திசைமாறித் துரிதமாக ஓடி வரும் மின்னணுக்கள் வெறும் வெட்ட வெளியில் பரவச் செய்யும் அலைகளே 'வானொலி அலைகள்.' ஒரூரிலிருந்து அனுப்பப்பெறும் இவை ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தையுடையனவாக இருக்கும்.

வான் கம்பி (Aerial): வானொலி நிலையத்தில் அலைகளை நாலாபக்கங்களிலும் பரப்புவதற்கும், ஏற்கும் கருவியினுள் அலைகளைக் கொண்டுசெலுத்துவதற்கும் உரிய கம்பி. இதனை ஒலியுணர் கம்பி (Antenna) என்றும் வழங்குவர்.

வெற்றிடக்குழல் (Vacuum Tube): காற்று முற்றிலும் அகற்றப்பெற்ற குழல். இதிலுள்ள மின் வாய்களினிடையே மின்னணுக்களால் மின்னோட்டம் நடைபெறுகின்றது. வானொலிப் பெட்டியிலுள்ள வால்வுகள் வெற்றிடக் குழல்களே.

பேராசிரியர் ந. சுப்புரெட்டியாரின் மற்ற நூல்கள்

ஆசிரியம்

தமிழ்பயிற்றும் முறை	10 00
அறிவியல் பயிற்றும் முறை	6 00
கல்வி உளவியல்	6 00

இலக்கியம்

கவிஞன் உள்ளம்	2 50
கலிங்கத்துப் பரணி ஆராய்ச்சி	2 00
காலமும் கவிஞர்களும்	2 50
காதல் ஓவியங்கள்	2 50
அறிவுக்கு விருந்து	2 50

திறனாய்வு

கவிதையனுபவம்	10 00
தொல்காப்பியம் காட்டும் வாழ்க்கை	(அச்சில்)

அறிவியல்

அணுவின் ஆக்கம்	8 00
மானிட உடல்	5 00
இளைஞர் தொலைக் காட்சி	(அச்சில்)
மணமக்களுக்கு	(அச்சில்)
நமது உடல்	(அச்சில்)
அதிசய மின்னணு	(அச்சில்)
உட்கரு பௌதிகம்*	

---

* சென்னைப் பல்கலைக் கழகப் பரிசு பெற்ற நூல். பல்கலைக் கழக வெளியீடாக விரைவில் வெளி வரும்.

First Paper: *என்ன ஆச்சரியம்?* **"Enna Aacharyam !" [1949]**



ஓர் அறிமுகம்

பேராசிரியர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்



Books Published : **135 + 1**
Papers Published : **200** [Tamil 173 + English 27]
Endowments established: **10**
Endowment Lectures : **12**
Awards received: **8**
Prizes won : **14**
Titles conferred : **8**

Masterpieces:

1) **Tamil Payitrum Murai [1957]**
2) **Religion & Philosophy of Naalayira Divyap-pirabhandham with special reference to Nammalwar [English][His PhD thesis] [1977]**
3) **Kalvi Ulaviyal Kotpaadukal [1989]**
4) **Vainava Selvam [1995]**

Financial Aid for publishing the Books:

a) Tirumala Tirupathi Devasthanams - 21

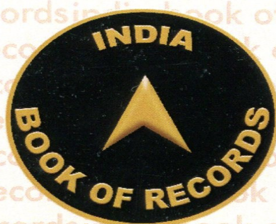
b) Directorate of Tamil Development
Government of Tamil Nadu - 6

Research on Professor's Books

a) University of Madras - 1993 (leading to PhD)
b) Madurai Kamaraj University - 2017 (leading to PhD)



பேராசிரியரின் 135 நூல்களில், தெரிவு செய்யப்பெற்ற 100 நூல்கள் (முழுமையாக)
http://tinyurl.com/nsr100collections
எனும் இணையதளத்தில் உள்ளன. [freely downloadable]

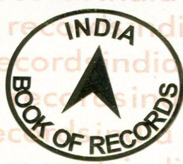


India
Book of Records

CERTIFICATE

CENTENARY CELEBRATIONS OF PROF DR. N SUBBU REDDIAR

Prof Dr S Ramalingam (born on 13 Oct 1949) Organizing Secretary, Na Subbu Reddiar 100 Educational Trust, Chennai, Tamil Nadu, has conceived, designed and meticulously executed 108 Centenary Events throughout Tamil Nadu during the Centenary Year (2015-2016) of Prof. Dr. N Subbu Reddiar who served the cause of education for 65 years andwritten 135 books in various fields (100 books after retirement).



Biswaroop Roy Chowdhury
Chief Editor
India Book of Records

Date: March 19, 2018

India Book of Records is registered with the Government of India with RNI no. HARENG/2010/32259.

India Book of Records is affiliated to Asia Book of Records and follows Asian Protocol of Records (APRs) as per the consensus arrived at the meeting of the Chief Editors of National Record Books, Ho Chi Minh City, Vietnam.

ISBN 978-81-939353-4-7







